ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 JUIN 1939.

PRÉSIDENCE DE M. AUGUSTE BÉHAL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice nécrologique sur Sir FRANK DYSON, par M. **GASTON FAYET**.

Sir **FRANK DYSON** a occupé brillamment, pendant un quart de siècle, la haute fonction d'Astronome royal d'Angleterre, dans laquelle il a succédé à tant d'astronomes illustres, dont la liste a commencé avec Flamsteed et Halley.

Né à Measham (Derbyshire), le 8 janvier 1868, il fit de très brillantes études de mathématiques à l'Université de Cambridge et débuta par deux importants mémoires de mécanique céleste consacrés respectivement au potentiel d'un anneau et au mouvement d'un satellite autour d'une planète sphéroïdale.

Nommé, à peine âgé de 26 ans, *Chief assistant* à l'Observatoire de Greenwich, le jeune savant se voit contraint, pour exercer ces lourdes fonctions, de modifier l'orientation de ses travaux : pendant plusieurs années il s'adonne aux observations, à leur discussion et à leur perfectionnement. C'est ainsi qu'il détermine les corrections de traits du grand cercle méridien et qu'il étudie les erreurs instrumentales qui peuvent affecter les observations de la Lune.

De 1888 à 1902, l'observatoire de Greenwich a procédé à d'importantes déterminations de longitude; Dyson participe à plusieurs d'entre elles et notamment à celle destinée à relier les observatoires de Paris et de Greenwich. Un peu plus tard il donne un mémoire sur la latitude de l'Observatoire d'Edimbourg. Il prend part également à plusieurs missions organisées pour l'observation d'éclipses de soleil et ses principaux résultats

sont résumés dans un mémoire sur les longueurs d'onde des raies figurant dans le spectre éclair.

L'astronomie stellaire doit au regretté savant des travaux de grande importance : avec M. Thackeray il a fait une nouvelle réduction du catalogue de Groombridge et en a déduit les mouvements propres de plusieurs milliers d'étoiles ; en outre, il en a conclu une nouvelle valeur de la constante de la précession et des éléments de la translation solaire. Il a publié une étude sur le satellite de Neptune et une autre dans laquelle il envisage la relation des taches solaires avec les tempêtes magnétiques que nous constatons.

Ces nombreux travaux l'avaient placé aux premiers rangs des astronomes anglais, aussi, en 1905 fut-il nommé astronome royal d'Écosse et professeur à l'Université d'Edimbourg. Il y continua ses recherches sur l'astronomie stellaire : ses études sur les mouvements systématiques des étoiles ont singulièrement contribué à élargir nos connaissances sur la constitution de l'amas auquel appartient notre Soleil.

Devenu, en 1910, Astronome royal d'Angleterre, il a donné, depuis cette époque, sur les sujets les plus variés, de nombreux mémoires, dont je dois me contenter de rappeler les principaux : en utilisant 37 années d'observations de taches solaires, il déduit la position de l'axe de rotation du Soleil, élément essentiel pour l'étude des mouvements constatés à la surface de cet astre. En discutant l'ensemble des résultats obtenus lors de l'éclipse de soleil de mai 1919, il conclut la valeur de l'effet Einstein. Un peu plus tard, il publie un important travail dans lequel il étudie la variabilité de la rotation de notre planète.

Correspondant du Bureau des Longitudes depuis 1912, Sir Dyson présida l'Union Astronomique Internationale de 1928 à 1932. Le 29 juin 1914, il fut élu Correspondant pour notre Section d'Astronomie.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Charles Poisson**, Correspondant de l'Académie pour la Section de Géographie et Navigation, qui assiste à la séance.

GÉOLOGIE. — *Les « boulets calcaires » de la formation phosphatée du Bassin de Gafsa (Tunisie) et les enseignements qui découlent de leur étude.* Note de M. LUCIEN CAYEUX.

La formation phosphatée du Bassin de Gafsa emprunte l'une de ses principales caractéristiques pétrographiques à l'existence de nombreux boulets calcaires. Sous ce nom les exploitants désignent des matériaux de taille très variable et de forme généralement arrondie, qui réalisent deux manières d'être foncièrement dissemblables.

Par leurs dimensions et leur morphologie, les uns se montrent étroitement apparentés aux nodules, couramment qualifiés de *miches*. Des bancs calcaires, inclus dans les horizons stériles du complexe phosphaté, font place en direction à des cordons de blocs lenticulaires, aplatis, susceptibles de mesurer 1^m de plus grand axe, voire davantage, et de se rattacher par tous les intermédiaires à des matériaux, qu'on est parfois tenté de confondre avec de volumineux galets. La genèse de pareils éléments est généralement expliquée par une ségrégation du carbonate de chaux en milieu marneux, processus qui les fait rentrer dans la grande famille des *concrétions*. Au fond, ces miches sont aux argiles plus ou moins calcarifères, ce que sont les silex aux craies, réserve faite pour l'origine de la matière qui se concentre.

Tout autre est l'histoire des produits de la seconde catégorie, car il s'agit, à n'en pas douter, de *galets* typiques. Il est de règle absolue qu'ils gisent isolément, parfois largement séparés, à des niveaux constants, pouvant jouer le rôle de repères, soit dans le phosphate, soit dans les horizons stériles.

L'exemple suivant, tiré de la très belle coupe de l'Oued Lousif, de Metlaoui, fournit une excellente image des phosphates à boulets calcaires. Les deux couches exploitées et l'intercalation stérile qui les sépare mesurent, au total, près de 7 mètres. Sur cette épaisseur réduite on peut compter 8 horizons de boulets. A ce chiffre, il en faudrait ajouter d'autres, si l'on prenait en considération la formation tout entière.

Deux cordons de gros boulets, subordonnés à l'intercalation stérile, relaient latéralement des bancs lenticulaires, sans nul indice de remaniement. De ce chef, ils réalisent, nettement exprimé, le caractère de *cordons de miches*.

Les boulets des six autres cordons rentrent dans le groupe des galets

typiques. Pour fixer les idées à leur sujet, il suffit d'étudier les matériaux du cordon supérieur de boulets des « marnes » feuilletées avec phosphate, comprises entre les deux couches exploitées. Ce sont des galets perforés, fixés dans toutes les positions, dont les dimensions varient de quelques centimètres à une vingtaine de centimètres. Les uns sont tellement usés que leur forme première est effacée; les autres ont gardé des contours subanguleux. La plupart d'entre eux ont une surface très unie, polie et cireuse, comme si elle était revêtue d'un enduit d'épaisseur inappréciable. Il en est d'aplatis, qui sont perforés sur les deux faces principales, et d'autres de forme arrondie qui le sont partout. Il arrive que les perforations abondent, au point qu'il ne reste aucun témoin de la surface première. Les plus grandes, et en même temps les plus répandues, ont le faciès des perforations de Pholades, dont elles ont d'ailleurs la taille habituelle. Elles existent seules, ou en compagnie de petites perforations superficielles, mesurant depuis quelques millimètres de diamètre, au maximum, jusqu'à une toute petite fraction de millimètre. En certains points, ces perforations lilliputiennes sont légion. Règle générale, les cavités sont oblitérées par du phosphate de chaux. A cet égard, il est intéressant de signaler des échantillons aplatis, se comportant de telle manière que les deux faces planes ont été perforées en des milieux tant soit peu différents, ce que prouve l'existence de produits de remplissage distincts des deux côtés. A en juger par l'état de conservation du bord des perforations, il est indubitable que des galets ont été remaniés et usés, après avoir été profondément perforés.

Des problèmes posés par les boulets, il en est deux qui sont particulièrement intéressants au point de vue génétique.

1° *Époque de formation des miches.* — La question s'est déjà posée pour des productions similaires, subordonnées aux minerais de fer de Lorraine [1]. La couche grise, en particulier, peut renfermer, en proportions très élevées, des nodules calcaires susceptibles d'atteindre de grandes dimensions. Leurs relations avec le minerai ne laissent subsister aucun doute, quant à leur genèse *in situ* par concentration de carbonate de chaux. Or, certains de ces nodules, situés à la partie supérieure de la couche grise, ont été tronqués par les calcaires à oolithes ferrugineuses qui lui font suite. Les faits sont tels que l'ablation importante subie par

[1] L. Cayeux, *Les minerais de fer oolithique de France*. II, *Minerais de fer secondaires* (*Ét. Gîtes min. France*, 1922, *fig.* 23, p. 445).

ces nodules n'a pu se produire que sur le fond de la mer, preuve que les nodules en question étaient déjà constitués lorsque la couche grise a fini de se déposer. Bref, il s'agit d'une formation à très peu de chose près contemporaine de la sédimentation.

Il en va de même pour les miches du Bassin de Gafsa, ainsi qu'en témoigne l'existence de perforations d'origine organique, situées à la partie supérieure de certaines miches. La différenciation de celles-ci est donc le résultat d'un phénomène indubitablement sous-marin, et non postérieur à l'émersion.

2° *Roches-mères des boulets calcaires.* — Entre les calcaires des intercalations stériles, les calcaires des bancs discontinus à faciès de miches et les nombreux boulets du type galet, il y a un air de famille extrêmement prononcé, au point de vue pétrographique. Ce sont invariablement des calcaires gris clair, d'une finesse parfois égale à celle des craies les plus fines. Il en est d'extrêmement purs, ne renfermant ni phosphate, ni quartz; d'autres admettent depuis quelques grains de phosphate jusqu'à des centaines par coupe mince. Les restes organiques y sont très rares, et ce sont presque toujours des témoins de Globigérines.

La parenté des uns et des autres est telle que tous les calcaires remaniés, transformés en galets proprement dits, dérivent, sans exception, du complexe phosphaté. Si l'on tient compte de l'absence absolue de matériaux remaniés, autres que les boulets calcaires, force est de conclure que *d'un bout à l'autre de son élaboration, la formation phosphatée a été l'unique source des matériaux grossiers, remis en mouvement, qui s'y trouvent inclus.* Par son incomparable netteté, cet exemple mérite de devenir classique dans l'étude des phénomènes de remaniement, développés sur le fond de la mer, sans intervention de la terre ferme.

L'analyse des boulets calcaires n'est pas moins instructive pour l'étude des phénomènes de consolidation sous-marine. Elle nous enseigne que les bancs calcaires, intercalés dans le complexe phosphaté, ont acquis immédiatement une cohérence suffisante pour être convertis en galets de toute taille, façonnés par les agents dynamiques au point d'être parfaits, sans jamais être mis en pièces.

Si les notions qui se dégagent de ces observations n'ont plus le mérite de la nouveauté, elles ont l'avantage de fournir à l'appui d'idées directrices, antérieurement formulées, des arguments particulièrement démonstratifs.

RADIOÉLECTRICITÉ. — *Mesures de rayonnement sur ondes courtes.* Note de MM. **Camille Gutton** et **Fernand Carbenay.**

Le développement considérable de la radiotélégraphie et de la radiotéléphonie sur ondes courtes, de longueurs comprises entre 10 et 50^{m}, nécessite l'étude du rayonnement des émetteurs par la mesure de l'intensité du champ électromagnétique de l'harmonique fondamental et des harmoniques supérieurs. Cette mesure a pour but, en principe, la détermination de la force électromotrice produite par les ondes le long d'un dipôle ou d'un cadre de hauteur de rayonnement connue. La composante verticale de l'intensité du champ électrique est la valeur de cette force électromotrice pour une hauteur de rayonnement égale à l'unité.

Lors d'une étude antérieure [1] des procédés de mesure du champ des antennes de radiodiffusion, nous avons fait un usage constant de la soudure thermoélectrique, utilisée comme appareil de mesure de l'intensité du courant de haute fréquence le long du cadre récepteur; nous avons étendu son emploi aux recherches sur ondes courtes.

Lorsque le collecteur d'ondes est un dipôle, la hauteur de rayonnement est déterminée avec incertitude, car la distribution du courant n'est pas sinusoïdale; d'autre part, les connexions entre le dipôle élevé au-dessus du sol et le récepteur sont susceptibles de modifier cette hauteur, même si l'on enferme ces connexions dans un tube métallique, nécessairement ouvert à la partie supérieure.

Nous avons préféré utiliser un cadre circulaire, exactement symétrique, mobile autour d'un axe vertical. Le condensateur d'accord, également symétrique, est intercalé à la partie supérieure et sa capacité est toujours grande, vis-à-vis de la capacité de la spire constituant le cadre, afin que l'intensité du courant soit uniforme tout le long du conducteur du cadre et qu'il soit possible de déduire, pour une longueur d'onde donnée, la hauteur de rayonnement du cadre du calcul de sa surface. A la partie inférieure du cadre est intercalée la résistance chauffante d'une soudure thermoélectrique reliée à un galvanomètre. Le fil constituant la résistance chauffante est assez fin pour que, dans les limites de fréquences utilisées, l'effet pelliculaire ne modifie pas sensiblement la valeur de la résistance. Le couple

---

(1) C. Gutton et F. Carbenay, *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, 27, 1938, p. 1.

thermoélectrique est étalonné en courant continu lors de chaque mesure du courant de haute fréquence circulant dans le cadre.

Des mesures du courant induit, dans le cadre accordé et convenablement orienté dans le champ à mesurer, effectuées successivement avec deux couples thermoélectriques de résistances différentes ρ et ρ' permettent de vérifier sur place le rapport des résistances totales R et R′ du cadre. Ce rapport est déterminé au laboratoire par les tracés des courbes de résonance, obtenues en faisant varier la fréquence d'un oscillateur très peu couplé au cadre accordé sur la longueur d'onde considérée, qui permettent de calculer les coefficients de surtension S et S′. On a

$$\frac{R}{R'} = \frac{S'}{S}.$$

La force électromotrice induite E dans le cadre par le champ à mesurer est égale à l'un des produits RI ou R′I′ de la résistance totale par l'intensité du courant correspondant. Le quotient de cette force électromotrice E par la hauteur de rayonnement h du cadre est égal à l'intensité de la composante verticale du champ électrique

$$F = \frac{E}{h}.$$

Ce procédé assez simple suppose qu'il n'intervient aucune induction autre que celle exercée sur le cadre par le champ à mesurer; il est donc indispensable de blinder tous les organes de l'appareil autres que le cadre.

Le couple thermoélectrique est enfermé dans un petit caisson métallique supportant le cadre par sa partie inférieure.

Pour vérifier la surface effective du cadre nous avons remplacé les conducteurs demi-circulaires constituant la spire du cadre par d'autres conducteurs de longueurs différentes. Des mesures effectuées dans le même champ, avec des cadres de surfaces diverses, ont montré que la hauteur de rayonnement était connue à quelques centièmes près.

Il importe que le cadre soit parfaitement symétrique; cette condition est réalisée lorsqu'un retournement face pour face du cadre ne modifie pas l'intensité du courant induit. Ce courant doit s'annuler lorsque le plan du cadre est perpendiculaire à la direction de propagation. Si le plan est parallèle à celle-ci, l'intensité du courant est maximum et les mesures sont faites pour cette orientation.

Ce procédé de mesure, qui ne fait intervenir aucune lampe amplificatrice, n'est applicable que pour des champs dont l'intensité est supérieure

à 150 millivolts par mètre. Il sert à l'étude du rayonnement à faible distance d'un émetteur à ondes courtes. La précision est supérieure à 5 %.

A grande distance, nous employons une méthode de substitution basée, en partie, sur un principe connu.

Un groupe d'enroulements toroïdaux montés symétriquement de part et d'autre du couple thermoélectrique, à l'intérieur du caisson blindé, forme une inductance mutuelle M_1 entre le cadre et un récepteur amplificateur blindé à entrée symétrique. Un second groupe d'enroulements toroïdaux montés symétriquement de part et d'autre du caisson blindé, au voisinage du milieu de la spire du cadre, constitue une seconde inductance mutuelle M_2 entre le cadre et un oscillateur. Ces dispositions ont été choisies pour réduire le plus possible la longueur du conducteur constituant le cadre afin que le rapport de la longueur d'onde propre de celui-ci à la longueur d'onde du champ à mesurer reste dans les limites que nous avons fixées dans l'étude précitée.

Le cadre étant accordé et orienté dans l'azimut de réception maximum, on note la déviation θ d'un milliampèremètre disposé à la sortie du récepteur et parcouru par le courant détecté après amplification. Après avoir orienté le cadre dans la position perpendiculaire pour laquelle il est insensible au champ à mesurer, on relie le cadre, par l'inductance mutuelle M_2, au générateur local accordé exactement sur la longueur d'onde du champ. On règle, par un dispositif d'affaiblissement, le courant induit dans le cadre par le générateur pour reproduire la déviation θ du milliampèremètre de l'amplificateur-détecteur. La force électromotrice induite E dans le cadre est alors égale à la force électromotrice induite par le champ à mesurer.

L'affaiblisseur, reliant le générateur à l'inductance mutuelle M_2, comporte des étages de potentiomètres ou des étages de transformateurs à rapport variable montés en cascade. Nous mesurons d'abord, à l'aide du couple thermoélectrique, la variation d'affaiblissement du premier étage et le rapport d'affaiblissement correspondant à l'introduction du second étage; nous mesurons ensuite, à l'aide du récepteur et à déviation θ constante du milliampèremètre, la variation d'affaiblissement de chacun des étages successifs en fonction de la variation du premier étage.

Nous déterminons ainsi, pour des amplitudes constantes des oscillations fournies par le générateur local, l'intensité du courant induit dans le cadre par le générateur en fonction du paramètre de réglage de chaque étage d'affaiblissement. La force électromotrice E est égale au produit de cette intensité de courant par la résistance totale R du cadre.

L'application de cette méthode a montré la nécessité de soigner les contacts du cadre, de réduire le couplage entre cadre et récepteur à une valeur bien définie et d'avoir recours à un préamplificateur symétrique monté à proximité immédiate du cadre.

La précision obtenue est supérieure à 10 %. Les étalonnements peuvent être vérifiés au lieu même de la mesure de l'intensité du champ et sur la longueur d'onde de celui-ci.

M. **Charles Poisson** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée *Un cinquantenaire de l'Observatoire d'Ambohidempona*, à Tananarive, Madagascar, 1889-1939.

M. **Paul Portier** fait hommage à l'Académie du Fascicule CI des *Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, prince souverain de Monaco : Recherches d'océanographie physique et chimique faites pendant les Croisières du Prince Albert de Monaco* par DIVERS AUTEURS.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède par la voie du scrutin à l'élection d'un Membre de la Section des Académiciens libres en remplacement de M. *A. Blondel* décédé.

Le nombre de votants étant 63, le scrutin donne les résultats suivants :

	Nombre de suffrages.	
	1er tour.	2e tour.
M. Justin Jolly	21	34
M. Joseph Bethenod	15	20
M. Paul Lévy	12	6
M. Albert Pérard	10	3
M. Joseph Bougault	4	
M. André Kling	1	

M. **Justin Jolly**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *IV^e^ Congresso internazionale di Patologia comparata*. Roma, 15-20 Maggio 1939. I Volume : RELAZIONI.

2° *Université de Grenoble*. 1339-1939.

3° F. VIDRON. *Le Cerf Sika* (présenté par M. M. Caullery).

ALGÈBRE. — *Un théorème sur les équations algébriques.* Note [1] de M. CONSTANTIN NICOLAU.

Je présente ici un théorème comme résultat de mes recherches sur les limites des racines des équations.

On peut l'énoncer comme il suit :

Lorsqu'une équation algébrique à coefficients réels et de degré m

$$(a) \qquad f(x) = x^m + px^{m-1} + qx^{m-2} + \ldots = 0$$

a toutes ses racines réelles et distinctes, celles-ci sont comprises entre les deux nombres suivants :

$$(b) \qquad \frac{-p \pm \sqrt{(m-1)^2 p^2 - 2m(m-1)q}}{m}.$$

Ces nombres x' et x'' sont eux-mêmes les racines de l'équation du *second* degré

$$f^{(m-2)}(x) = \frac{1}{2}(m-2)!\,(m-2)[(m-1)p^2 - 2mq],$$

où la notation $f^{(m-2)}$ indique la dérivée d'ordre $m-2$ du polynome $f(x)$ par rapport à x; d'ailleurs, vu l'expression de cette dérivée, cette équation revient à

$$(c) \qquad mx^2 + 2px = (m-2)p^2 - 2(m-1)q,$$

laquelle pourra être nommée *équation aux limites* pour la raison que ses

(1) Séance du 12 juin 1939.

racines x' et x'' ne sont que des *limites extrêmes* des racines de $f(x)=0$.

Je rappellerai que j'ai déjà traité la question pour $m=3$ (*Annales de l'Université de Jassy*, 18, 1932), c'est-à-dire pour une équation de la forme

$$f(x)=x^3+px^2+qx+r=0.$$

En admettant d'abord le théorème pour une équation (a) de degré m, je l'établirai pour l'équation de degré $m+1$

$$(a') \qquad f_1(x)=x^{m+1}+px^m+qx^{m-1}+\ldots=0.$$

Les racines de celle-ci étant $x_1, x_2, \ldots, x_{m+1}$ et changeant x de $f_1(x)$ en $x_1+h=x_2, x_3, \ldots$ l'emploi de la formule de Taylor conduira à l'équation en h

$$F_1(h)=h^m+p_1h^{m-1}+q_1h^{m-2}+\ldots+f'_1(x_1)=0,$$

où

$$p_1=\frac{f_1^{m}(x_1)}{m!}, \qquad q_1=\frac{f_1^{m-1}(x_1)}{(m-1)!}.$$

Comme cette équation est de degré m, le théorème lui est, par hypothèse, applicable : Si toutes ses racines $h=x_2-x_1, x_3-x_1, \ldots$, sont réelles et distinctes, celles-ci seront comprises entre les deux racines de l'équation

$$mh^2+2p_1h=(m-2)p_1^2-2(m-1)q_1$$

analogue à (c), c'est-à-dire entre les deux limites

$$(b') \qquad \frac{-p_1\pm\sqrt{(m-1)^2p_1^2-2m(m-1)q_1}}{m}$$

analogues à (b) et qui, pour être réels, exigent la condition

$$(m-1)^2p_1^2-2m(m-1)q_1>0;$$

mais cette condition, après avoir supprimé le facteur $m-1$ et vu les expressions de p_1 à q_1, où

$$f_1^{(m)}=(m+1)!\,x_1+m!\,p,$$
$$f_1^{(m-1)}=\frac{(m+1)!}{2}x_1^2+m!\,px_1+(m-1)!\,q$$

revient finalement à

$$(m+1)x_1^2+2px_1-(m-1)p^2+2mq<0;$$

et, pour qu'elle soit remplie, il faudra évidemment que x_1 soit compris

entre les racines de l'équation

$$(c') \qquad (m+1)x^2 + 2px = (m-1)p^2 - 2mq;$$

or celle-ci n'est autre que l'équation (c), où m est changé en $m+1$.

Le théorème est donc vrai pour $m+1$; comme je l'ai déjà établi pour $m=3$, et l'on remarquera qu'il subsiste encore pour $m=2$, $m=1$, il sera aussi vrai pour $m=5$, ..., c'est-à-dire toujours vrai.

STATISTIQUE MATHÉMATIQUE. — *Une méthode d'analyse des corrélations.* Note de M. **Pierre Delaporte**, présentée par M. Émile Borel.

Parmi les méthodes d'analyse des corrélations qui existent entre plusieurs caractères mesurés sur les mêmes individus ou les mêmes entités, il en est une particulièrement attrayante, puisque la stabilité statistique de ses déterminations croît, non seulement avec le nombre d'individus de l'échantillon étudié, mais encore avec le nombre de caractères distincts mesurés et tend à devenir indépendante des caractères choisis. Cette double stabilité s'obtient en recherchant la décomposition, la plus simple qu'on puisse trouver, de chacun des caractères mesurés en une combinaison linéaire de *facteurs généraux* communs à tous les caractères, de *facteurs de groupes* communs à certains caractères seuls et de *facteurs spécifiques* propres à chaque caractère, tous ces facteurs étant par hypothèse statistiquement indépendants les uns des autres. La méthode que nous proposons permet d'aborder des problèmes difficiles sans que la simplicité soit obtenue au détriment de l'exactitude et de la précision.

C. Spearman a introduit la méthode de décomposition en facteur général et facteurs spécifiques. Les conditions auxquelles doivent satisfaire les moments du second ordre [1] pour qu'une telle décomposition soit possible sont que toutes les $3C_l^4$ *tétrades* que l'on peut former entre les l caractères ABC ... L soient nulles. Au lieu d'étudier isolément la nullité de chaque tétrade $r_{AC}\,r_{BD} - r_{AD}\,r_{BC}$ dont la loi de distribution est mal connue, ou de considérer la distribution des résidus de l'ensemble des tétrades, il nous semble plus simple de considérer les suites d'égalités de

---

[1] Garnett, *Proc. Roy. Soc.*, A, 95, 1919, p. 91; G. Darmois, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 1176 et 1358.

la forme

(1) $$\frac{r_{AC}}{r_{BC}} = \frac{r_{AD}}{r_{BD}} = \frac{r_{AE}}{r_{BE}} = \ldots = \frac{r_{AL}}{r_{BL}} = \omega,$$

que l'on déduit de leur ensemble et qui permettent en outre, comme nous le verrons, d'obtenir un critère pour déterminer la présence et la position de facteurs de groupes, car ces suites d'égalités renferment plus d'information que les tétrades. Si ces suites d'égalités sont vérifiées, compte tenu des écarts aléatoires, on peut admettre qu'un seul facteur général Γ suffit à expliquer toutes les intercorrélations qui unissent les l caractères; la valeur de ω est alors $r_{A\Gamma}/r_{B\Gamma}$.

Ces suites peuvent se mettre sous une forme plus générale en utilisant les covariances

$$t_{JK} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} J_i K_i = r_{JK} s_J s_K,$$

où J_i et K_i sont les valeurs des caractères J et K mesurés sur n individus, i appartenant à un échantillon de n et exprimées en écarts à la moyenne de l'échantillon et où s_J, s_K sont les écarts types de J_i et de K_i :

(2) $$\frac{t_{AC}}{t_{BC}} = \frac{t_{AD}}{t_{BD}} = \frac{t_{AE}}{t_{BE}} = \ldots = \frac{t_{AL}}{t_{BL}} = \frac{r_{A\Gamma} s_A}{r_{B\Gamma} s_B};$$

or la loi de distribution de la covariance tend rapidement vers sa distribution limite, la loi de Laplace-Gauss, lorsque n tend vers l'infini. Dès que n dépasse 38 et quel que soit ρ, coefficient de corrélation dans la population, les écarts des coefficients g_1 et g_2 de normalité définis par R. A. Fisher à partir des cumulants, sont, entre la distribution de la covariance et celle de Gauss, toujours inférieurs à 1,2 fois leurs écarts types.

Pour déterminer la loi de distribution du rapport de deux covariances, nous pourrons donc assimiler leurs distributions à celles de deux variables en corrélation suivant une loi de Gauss à deux variables. Soient X et Y deux variables aléatoires qui, dans la population, ont pour moyennes ξ, η; pour écarts types σ_X, σ_Y; pour coefficient de corrélation R, et sont distribuées suivant la loi de Gauss. Si l'on pose $\varphi = \xi/\eta$, le rapport $\Phi = X/Y$ suit la loi de probabilité

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma_X\sigma_Y}\, e^{-\frac{\eta^2}{2\sigma_X^2\sigma_Y^2}\frac{(\Phi-\varphi)^2}{\frac{\Phi^2}{\sigma_X^2}-2R\frac{\Phi}{\sigma_X\sigma_Y}+\frac{1}{\sigma_Y^2}}}\;\frac{\frac{\Phi\varphi}{\sigma_X^2} - R\frac{\Phi+\varphi}{\sigma_X\sigma_Y} + \frac{1}{\sigma_Y^2}}{\left(\frac{\Phi^2}{\sigma_X^2} - 2R\frac{\Phi}{\sigma_X\sigma_Y} + \frac{1}{\sigma_Y^2}\right)^{\frac{3}{2}}}\,d\Phi,$$

c'est-à-dire que la quantité

$$(3)\qquad W = \frac{\eta}{\sigma_X \sigma_Y} \frac{\Phi - \varphi}{\sqrt{\frac{\Phi^2}{\sigma_X^2} - 2R\frac{\Phi}{\sigma_X\sigma_Y} + \frac{1}{\sigma_Y^2}}}$$

suit une loi de Gauss de moyenne nulle et d'écart type 1.

Si nous assimilons la distribution de la covariance à sa distribution limite, la loi de Gauss, on a, d'après J. Wishart,

$$(4)\qquad \left\{\begin{array}{l} R = \rho_{t_{AC}t_{BC}} = \dfrac{\rho_{AB} + \rho_{AC}\rho_{BC}}{\sqrt{(1+\rho_{AC}^2)(1+\rho_{BC}^2)}}, \\ \sigma_{t_{AC}} = \sigma_A\sigma_C\sqrt{\dfrac{1+\rho_{AC}^2}{n}}, \qquad \sigma_{t_{BC}} = \sigma_B\sigma_C\sqrt{\dfrac{1+\rho_{BC}^2}{n}}. \end{array}\right.$$

Si l'on se fixe une probabilité d'erreur P, il y correspond, d'après la loi de Gauss, un écart W tel que les valeurs de Φ sont comprises dans l'intervalle

$$(5)\qquad \Phi = \frac{\left\{\begin{array}{l} W^2 R \dfrac{\sigma_{t_{AC}}}{\sigma_{t_{BC}}} - \varphi\dfrac{\tau_{BC}^2}{\sigma_{t_{BC}}^2} \\ \pm\sqrt{\left(W^2 R \dfrac{\sigma_{t_{AC}}}{\sigma_{t_{BC}}} - \varphi\dfrac{\tau_{BC}^2}{\sigma_{t_{BC}}^2}\right)^2 - \left(W^2 - \dfrac{\tau_{BC}^2}{\sigma_{t_{BC}}^2}\right)\left(W^2\dfrac{\sigma_{t_{AC}}}{\sigma_{t_{BC}}} - \varphi^2\dfrac{\tau_{BC}^2}{\sigma_{t_{BC}}^2}\right)} \end{array}\right\}}{W^2 - \dfrac{\tau_{BC}^2}{\sigma_{t_{BC}}^2}}.$$

Chacun des rapports t_{AJ}/t_{BJ} de la relation (2) permet de déterminer avec la probabilité P l'intervalle dans lequel doit se trouver la quantité à estimer $r_{A\Gamma}s_A/r_{B\Gamma}s_B$. Si tous ces intervalles ont une partie commune, la relation est vérifiée, et si toutes les relations analogues à (2) le sont aussi, toutes les tétrades sont nulles. On peut alors admettre que la corrélation qui existe entre les caractères ABC...L est explicable par la seule présence d'un facteur général.

Pour vérifier la relation (2) sous sa forme (1) on pourrait admettre, bien que la loi de distribution du coefficient de corrélation ne tende pas vers la loi de Gauss comme celle de la covariance, que, lorsque n est grand et ρ non voisin de ± 1, la loi de Gauss est une approximation suffisante de celle de r. Il suffirait alors de remplacer dans l'équation (5) les covariances τ par les coefficients de corrélation totale ρ, la relation (4) par

$$R = \rho_{r_{AC}r_{BC}} = r_{AB} - \frac{r_{AC}r_{BC}(1 - r_{AB}^2 - r_{BC}^2 - r_{AC}^2 + 2r_{AB}r_{AC}r_{BC})}{2(1-r_{AC}^2)(1-r_{BC}^2)}$$

et $\sigma_{t_{AB}}$, $\sigma_{t_{BC}}$ par

$$\sigma_{r_{AC}} = \frac{1-\rho^2_{AC}}{\sqrt{n}} \quad \text{et} \quad \sigma_{r_{BC}} = \frac{1-\rho^2_{BC}}{\sqrt{n}}.$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur une propriété des réseaux conjugués géodésiques.* Note de M. **Paul Vincensini**, présentée par M. Élie Cartan.

1. J'ai étudié ([1]) la possibilité de transformer, par déformation, les réseaux *cinématiquement conjugués* d'une surface S [définis par S et une déformée S_1 de S] en réseaux *conjugués* d'une nouvelle surface Σ. J'ai montré que les surfaces portant des réseaux cinématiquement conjugués déformables en réseaux conjugués admettent un réseau conjugué persistant dans une déformation continue, S, S_1 et Σ étant trois configurations, convenablement associées, de la surface support du réseau au cours de la déformation.

Le réseau conjugué persistant étant pris pour réseau coordonné (u, v), S, S_1 et Σ sont définies, outre leur élément linéaire commun (E, F, G), par leurs deuxièmes formes (D, D''), (D_1, D''_1), (Δ, Δ'') qui, si l'on pose $\delta = D, D_1, \Delta/\sqrt{EG-F^2} = \sqrt{K}\,t$, $\delta'' = D'', D''_1, \Delta''/\sqrt{EG-F^2} = \sqrt{K}\,1/t$, sont déterminées par trois solutions distinctes t, t_1, τ du système complètement intégrable (notations de la Note citée)

$$(1) \qquad \frac{\partial \log t}{\partial u} = b_1 t^2 + a, \qquad -\frac{\partial \log t}{\partial v} = \frac{b}{t^2} + a_1,$$

liées par la relation

$$(2) \qquad \tau^2 + t t_1 = 0.$$

Si, τ étant une solution de (1), on cherche à lui associer $t = \alpha\tau$, $t_1 = -(1/\alpha)\tau$ conformément à (2), on constate que α est *nécessairement une constante* (ce qui exige $b = b_1 = 0$), et qu'alors τ peut être choisie *arbitrairement*. Il résulte de là que les réseaux persistants contenant des triples de surfaces S, S_1, Σ fournissant des solutions du problème de déformation envisagé sont les réseaux *géodésiques*. *Deux des surfaces peuvent être choisies arbitrairement parmi les ∞^1 configurations de la surface support d'un réseau conjugué géodésique persistant, la troisième étant déterminée par* (2).

Le mot *géodésique* a été omis dans ma première Note; en même temps

---

([1]) *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 973.

que je répare cette omission, je voudrais montrer comment le problème actuel peut conduire à la notion de *surfaces adjointes* (applicables et telles qu'aux asymptotiques de l'une corresponde un réseau conjugué de l'autre), et mettre en évidence le rôle que jouent les surfaces adjointes dans la construction des triples $[S, S_1, \Sigma]$. Les surfaces adjointes ont d'abord été considérées par M. Demoulin [2], puis par MM. Eisenhart [3] et Gambier [4], à des points de vue tout à fait différents de celui auquel nous nous plaçons ici.

2. Envisageons une famille de ∞^1 surfaces applicables avec réseau géodésique (u, v) persistant, et donnons-nous *arbitrairement* une surface Σ de la famille, définie par une solution τ du système (2). A Σ on peut associer ∞^1 couples $[S, S_1]$ de la même famille définis par $t = \alpha\tau$, $t_1 = -(1/\alpha)\tau$ ($\alpha =$ constante arbitraire), tels que les réseaux cinématiquement conjugués de $[S, S_1]$ se transforment, par déformation, en réseaux conjugués de Σ. Les différents couples $[S, S_1]$ se présentent comme les éléments d'une involution [définie par (2)] dans laquelle Σ est l'élément central. Les éléments doubles de cette involution sont définis par $\alpha^2 + 1 = 0$ et fournissent les deux surfaces (symétriques) σ et σ_1 correspondant à $t = t_1 = i\tau$ et à $t = t_1 = -i\tau$.

La comparaison des coefficients D, D″ et Δ, Δ'' relatifs à σ et à Σ montre que l'on a

$$D = i\Delta, \qquad D'' = -i\Delta'',$$

d'où l'on déduit

$$D\Delta'' + D''\Delta = 0,$$

relation qui prouve que les asymptotiques de l'une quelconque des deux surfaces σ, Σ correspondent à un réseau conjugué de l'autre, et que, par suite, σ et Σ *sont deux surfaces adjointes*. Nous pouvons énoncer le résultat suivant :

Pour avoir tous les triples de surfaces applicables $[S, S_1, \Sigma]$ telles que les réseaux cinématiquement conjugués de S, S_1 correspondent, dans l'application, aux réseaux conjugués de Σ, *il suffit de choisir arbitrairement* Σ *dans une famille quelconque de surfaces applicables avec réseau géodésique persistant, et de prendre pour* S, S_1, *deux surfaces, se correspondant dans l'involution admettant* Σ *pour élément central et les deux surfaces (symétriques)* σ, σ_1 *adjointes de* Σ *pour éléments doubles.*

---

(2) *Comptes rendus*, **133**, 1901, p. 986; **140**, 1905, p. 1226, et 1572.
(3) *Trans. Amer. Math. Soc.*, **8**, 1907, p. 113-134.
(4) *Acta Math.*, **51**, 1927, p. 83-151.

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'espace attaché à la forme* Δ_3.
Note de M. **Pierre Humbert**, présentée par M. Henri Villat.

M. Jacques Devisme a indiqué ([1]) de très intéressantes propriétés de certaines surfaces dans l'espace attaché à l'équation

$$\Delta_3 U = \frac{\partial^3 U}{\partial x^3} + \frac{\partial^3 U}{\partial y^3} + \frac{\partial^3 U}{\partial z^3} - 3\frac{\partial^3 U}{\partial x\,\partial y\,\partial z}.$$

Je m'étais moi-même occupé ces temps derniers de cette question, sans publier les résultats auxquels j'étais arrivé. J'ai en particulier étudié diverses surfaces de cet espace; je me contente de les signaler ici, me réservant de développer cette théorie dans un autre Recueil.

1° Surfaces dont l'équation polaire est

$$\rho^n = a^n \mathrm{P}(n\theta,\, n\varphi),$$

où P est le premier cosinus d'Appell. Elles possèdent un certain nombre de propriétés analogues à celles des spirales sinusoïdes du plan euclidien, dont elles sont une généralisation directe.

2° Surface équidistante d'un point et d'un plan

$$\rho = \frac{a}{1 + \mathrm{P}(\theta, \varphi)}$$

qui généralise la parabole. Elle est du troisième degré, et tangente au plan de l'infini. L'origine est pour elle un véritable *foyer*, c'est-à-dire le sommet d'un trièdre *isotrope* dont les trois faces sont tangentes à la surface.

3° Surface inverse d'un plan, étudiée par M. Devisme sous le nom de surface Σ. En plus des propriétés qu'il a indiquées, on peut signaler la suivante : l'*inverse* de la surface précédente par rapport à son foyer est une conchoïde de la surface Σ, de même que l'inverse d'une parabole par rapport à son foyer est une conchoïde de cercle.

4° Sphère d'Appell. Très souvent étudiée déjà, elle a pour équation polaire $\rho = a$ et pour équation cartésienne

$$x^3 + y^3 + z^3 - 3xyz = a^3.$$

Il est possible d'établir une théorie analogue à celle des pôles et polaires,

---

([1]) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1543 et 1773.

par rapport à cette surface, en introduisant la notion de conjugaison harmonique de la façon suivante : si A et B sont deux points d'une droite, on dira que *trois* points P_1, P_2 et P_3 divisent *harmoniquement* le segment AB si l'on a la relation

$$\frac{1}{AP_1}+\frac{1}{AP_2}+\frac{1}{AP_3}=\frac{3}{AB}.$$

On verra également que deux sphères d'Appell possèdent trois centres de similitude.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les zéros des polynomes et de leurs dérivées successives.* Note (1) de M. **Jan Geniusz-Mikusiński**, présentée par M. Paul Montel.

Soit $f(x)$ une fonction continue, ayant des dérivées d'ordre $\leq n$ continues dans un intervalle fermé $[a, b]$. Supposons que toutes les racines de l'équation

$$(1)\qquad \frac{d^i f(x)}{dx^i}=0 \qquad (i=0, 1, \ldots, n),$$

contenues dans l'intervalle ouvert (a, b), soient simples et désignons leur nombre par r_i [si $i=0$, on considère l'équation $f(x)=0$].

En vertu du théorème de Rolle, les nombres $r_0, r_1, \ldots, r_n$ satisfont aux inégalités

$$(2)\qquad r_{i-1}\leq r_i+1 \qquad (i=1, 2, \ldots, n).$$

Considérons maintenant un problème inverse : Étant donné un système quelconque de $n+1$ nombres entiers et non négatifs $r_0, r_1, \ldots, r_n$, qui satisfont aux inégalités (2), existe-t-il une fonction $f(x)$, dont la $i^{\text{ième}}$ dérivée $(i=0, 1, \ldots, n)$ ait exactement r_i zéros simples dans un intervalle (a, b)? D'après une remarque que je dois à M. G. Pólya, on peut formuler ce problème sous la forme plus suggestive que voici : Est-ce que le théorème de Rolle constitue *l'unique limitation* qu'on peut imposer au nombre des zéros d'une fonction réelle et de ses dérivées successives dans un intervalle ouvert donné ?

La réponse à ce problème est positive. Il est même possible de préciser

(1) Séance du 12 juin 1939.

la question, en déterminant *un polynome*

$$W(x) = a_m x^m + a_{m-1} x^{m-1} + \ldots + a_0 \qquad (m = r_n + n),$$

qui satisfait à toutes les conditions exigées. Le degré $m = r_n + n$ de $W(x)$ ne peut plus être réduit, car sa $n^{\text{ième}}$ dérivée $d^n W(x)/dx^n$, qui possède r_n zéros, est de degré r_n au moins.

La détermination directe du polynome $W(x)$ est difficile. Nous y parvenons en considérant une suite de polynomes

$$(3) \qquad W_1(x), \quad W_2(x), \quad \ldots, \quad W_{q-1}(x), \quad W_q(x).$$

formés de manière que

1° $\quad w_{j+1} \geqq w_j \qquad (j = 1, 2, \ldots, q-1)$;

2° $\quad r_{ij} \leqq r_{i,j+1} \leqq r_i \qquad (i = 0, 1, \ldots, w_j;\ j = 1, 2, \ldots, q-1)$;

3° $\quad \sum_{i=1}^{w_i} r_{ij} < \sum_{i=1}^{w_i} r_{i,j+1} \qquad (j = 1, 2, \ldots, q-1)$,

où w_j est le degré du polynome $W_j(x)$ et

$$r_{ij} (i = 0, 1, \ldots, w_j;\ j = 1, 2, \ldots, q)$$

est le nombre des zéros de $d^i W_j(x)/dx^i$ dans (a, b).

Si r_0 est pair, on pose $W_1(x) = 1$; dans le cas contraire on pose

$$W_1(x) = x^p - x^{p-1} - \ldots - 1,$$

où p est le plus petit nombre naturel, tel que r_p soit pair. Le premier terme $W_1(x)$ de la suite (3) étant ainsi déterminé, on peut démontrer qu'il est possible de déterminer successivement d'autres termes $W_2(x)$, $W_3(x)$, ..., de manière que le dernier terme $W_q(x)$ soit le polynome cherché $W(x)$.

Si l'on remplace, dans le problème ci-dessus, l'intervalle fini (a, b) par l'intervalle infini $(-\infty, +\infty)$, il faut que les nombres $r_0, r_1, \ldots, r_n$ soient alternativement pairs et impairs. Avec cette restriction, dont la nécessité est évidente, car le nombre des zéros réels simples est pair, si son degré est pair, et impair dans le cas contraire, la solution du problème est la même que dans le cas de l'intervalle fini.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Sur le contingent* (1) *de l'ensemble des points de multifurcation* (2). Note de M. **Gaston Vergnères.**

Soit E un ensemble ponctuel et M_0 un point de multifurcation relatif à E, nous désignerons par $\varpi(M_0)$ l'ensemble des projections de M_0 sur E. Utilisant la distinction faite par M. G. Bouligand sur les plans d'appui d'un ensemble quelconque (3) et *désignant par* Σ *l'enveloppante convexe de* $\varpi(M_0)$, nous conviendrons d'appeler *plans d'appui concluants de* $\varpi(M_0)$, *les plans d'appui de cet ensemble ayant en commun avec* Σ *des points n'appartenant pas à* $\varpi(M_0)$ et *plans d'appui non concluants de* $\varpi(M_0)$ *les plans d'appui qui n'ont en commun avec* Σ *que des points de* $\varpi(M_0)$.

Remarquons que *chaque plan concluant de* $\varpi(M_0)$ *possède au moins deux points d'appui sur* $\varpi(M_0)$ (4) et que le fait pour $\varpi(M_0)$ de présenter un plan concluant implique que M_0 est un point de multifurcation.

Enfin, nous appellerons *lacunes, le ou les constituants du complémentaire de* $\varpi(M_0)$ *sur la surface de la sphère d'appui relative à* M_0, $S_{M_0}^{\rho_0}$ (5).

Nous désignerons par $\mathfrak{M}$ *l'ensemble des points de multifurcation* et par $\text{ctg}_{\mathfrak{M}}(M_0)$ *le contingent de* $\mathfrak{M}$ *en* M_0.

Nous nous proposons d'étudier $\text{ctg}_{\mathfrak{M}}(M_0)$.

A. $\mathfrak{T}_0$ *étant un plan concluant de* $\varpi(M_0)$ *et* M_0z *une demi-droite, issue de* M_0, *perpendiculaire à* $\mathfrak{T}_0$, *dirigée vers une lacune sphérique laissée par* $\varpi(M_0)$ *sur* $S_{M_0}^{\rho_0}$ (lacune déterminée par $\mathfrak{T}_0$), nous obtenons :

Lemme I. — *Tout point* M_i *de* M_0z *situé à une distance de* M_0 *inférieure à* ε (ε *arbitrairement petit*) *admet comme ensemble de projections* $\varpi(M_i)$ *les points de* $\mathfrak{T}_0.\varpi(M_0)$: 1° *dès que, si* $\varpi(M_0) \neq \mathfrak{T}_0.\varpi(M_0)$, *le voisinage de* $\varpi(M_0)$ *sur* E *est situé du même côté que* $\varpi(M_0)$ *par rapport à* $\mathfrak{T}_0$ *ou contenu dans* $\mathfrak{T}_0$; 2° *dès que, si* $\varpi(M_0) = \mathfrak{T}_0.\varpi(M_0)$ *le voisinage de* $\varpi(M_0)$ *sur* E *est contenu dans* $\mathfrak{T}_0$ *ou situé dans le demi-espace limité par* $\mathfrak{T}_0$ *ne contenant pas* M_0z.

---

(1) G. Bouligand, *Introduction à la géométrie infinitésimale directe*, Paris, 1932, p. 65 et suiv.

(2) *Op. cit.*, p. 91, 92 et 93, et G. Durand, *Sur une généralisation des surfaces convexes* (*Thèse*, Paris, 1931) ou *Journ. Math.*, 10, fasc. 4, 1931, p. 335-414.

(3) *Op. cit.*, p. 106, 107 et 108.

(4) *Op. cit.*, p. 107.

(5) $S_{M_0}^{\rho_0}$ sphère de centre M_0 et de rayon ρ_0 (ρ_0 étant ici la distance de M_0 à E).

LEMME II. — $S_{M_0}^{\varepsilon}$ *étant une sphère ouverte de centre* M_0 *et de rayon* ε, $\Gamma_{M_0 z}^{\eta}$ *étant le demi-cône de révolution d'axe* $M_0 z$ *et de demi-angle au sommet* η (ε *et* η *arbitrairement petits*), *si* $\mathfrak{T}_i$ *désigne un plan concluant de l'ensemble des projections* $\varpi(M_i)$ *d'un point* M_i *de* $S_{M_0}^{\varepsilon}$: 1° $\mathfrak{T}_0$ *appartient à l'accumulatif des* $\mathfrak{T}_i$; 2° *il y a toujours dans* $S_{M_0}^{\varepsilon}.\Gamma_{M_0 z}^{\eta}$ *un point* M_i *dont l'accumulatif des* $\mathfrak{T}_i$ *contient* $\mathfrak{T}_0$.

Ces résultats nous permettent d'énoncer :

THÉORÈME III. — $M_0 z$ *appartient au* $\text{ctg}_{\mathfrak{M}}(M_0)$.

Conséquences. — A et B étant deux points de $\varpi(M_0)$, nous pouvons dire :

a. lorsqu'un plan peut tourner autour de AB *d'un angle* $\pi+\alpha$ ($\alpha > 0$ *arbitrairement petit*), *sans cesser d'être un plan concluant de* $\varpi(M_0)$, *on peut faire subir à ce plan une rotation égale à* 2π *sans qu'il perde sa qualité de plan concluant.*

b. (*corollaire de a*). *Le fait pour le* $\text{ctg}_{\mathfrak{M}}(M_0)$ *de contenir toutes les demi-droites d'un angle supérieur à* π, *de sommet* M_0 *du plan* P *perpendiculaire en* M_0 *à* AB, *entraîne ce fait pour toutes les demi-droites du plan* P *issues de* M_0.

B. Le théorème III montre que tout plan concluant de $\varpi(M_0)$ donne lieu à un élément de $\text{ctg}_{\mathfrak{M}}(M_0)$. Cependant, $\text{ctg}_{\mathfrak{M}}(M_0)$ ne saurait être en général déterminé en partant de l'ensemble des plans concluants, en effet un plan non concluant de $\varpi(M_0)$ qui appartient à l'accumulatif des plans concluants relatifs soit à M_0, soit à des points de $S_{M_0}^{\varepsilon}$ peut donner lieu à une demi-droite de $\text{ctg}_{\mathfrak{M}}(M_0)$.

Les théorèmes suivants vont nous permettre d'établir sous quelles conditions de telles correspondances peuvent se produire.

P *étant un plan d'appui non concluant de* $\varpi(M_0)$ *appartenant à l'accumulatif de plans concluants* $\mathfrak{T}_i$ *relatifs à des points* M_i *de* $S_{M_0}^{\varepsilon}$, *nous avons :*

THÉORÈME IV. — *Si tout élément des* $\mathfrak{T}_i$ *voisins de* P *a des points de* $\varpi(M_0)$ *de chaque côté de lui, le plan* P *ne donne lieu à aucune demi-droite de* $\text{ctg}_{\mathfrak{M}}(M_0)$.

Ce qui nous permet d'énoncer :

Une condition nécessaire pour que P *donne lieu à une demi-droite de* $\text{ctg}_{\mathfrak{M}}(M_0)$ *est que tout* $\mathfrak{T}_i$ *voisin de* P *laisse les points de* $\varpi(M_0)$ *dans un même demi-espace.*

On a également le théorème suivant :

THÉORÈME V. — *Tout plan d'appui non concluant de* $\varpi(M_0)$ *qui est limite de plans concluants de* $\varpi(M_0)$ *donne lieu à un élément de* $\text{ctg}_{\mathfrak{M}}(M_0)$.

HYDRAULIQUE. — *Sur l'écoulement entre piles de ponts.*
Note [1] de M. **Léopold Escande**, transmise par M. Charles Camichel.

Considérons un lit de fond horizontal, de largeur infinie, et une rangée de piles identiques régulièrement espacées, normale à la vitesse d'attaque du courant; isolons la tranche d'écoulement comprise entre les plans verticaux de symétrie de deux piles consécutives (*fig.* 1); nous ramenons ainsi le problème à celui du mouvement dans un canal rectangulaire dont la largeur subit un étranglement local.

Pour une charge totale amont H_1 donnée, on peut observer les aspects caractéristiques suivants du mouvement :

a. En l'absence de toute retenue aval, on a l'écoulement *à veine dénoyée* avec courant à grande vitesse et surface libre complexe (*fig.* 2).

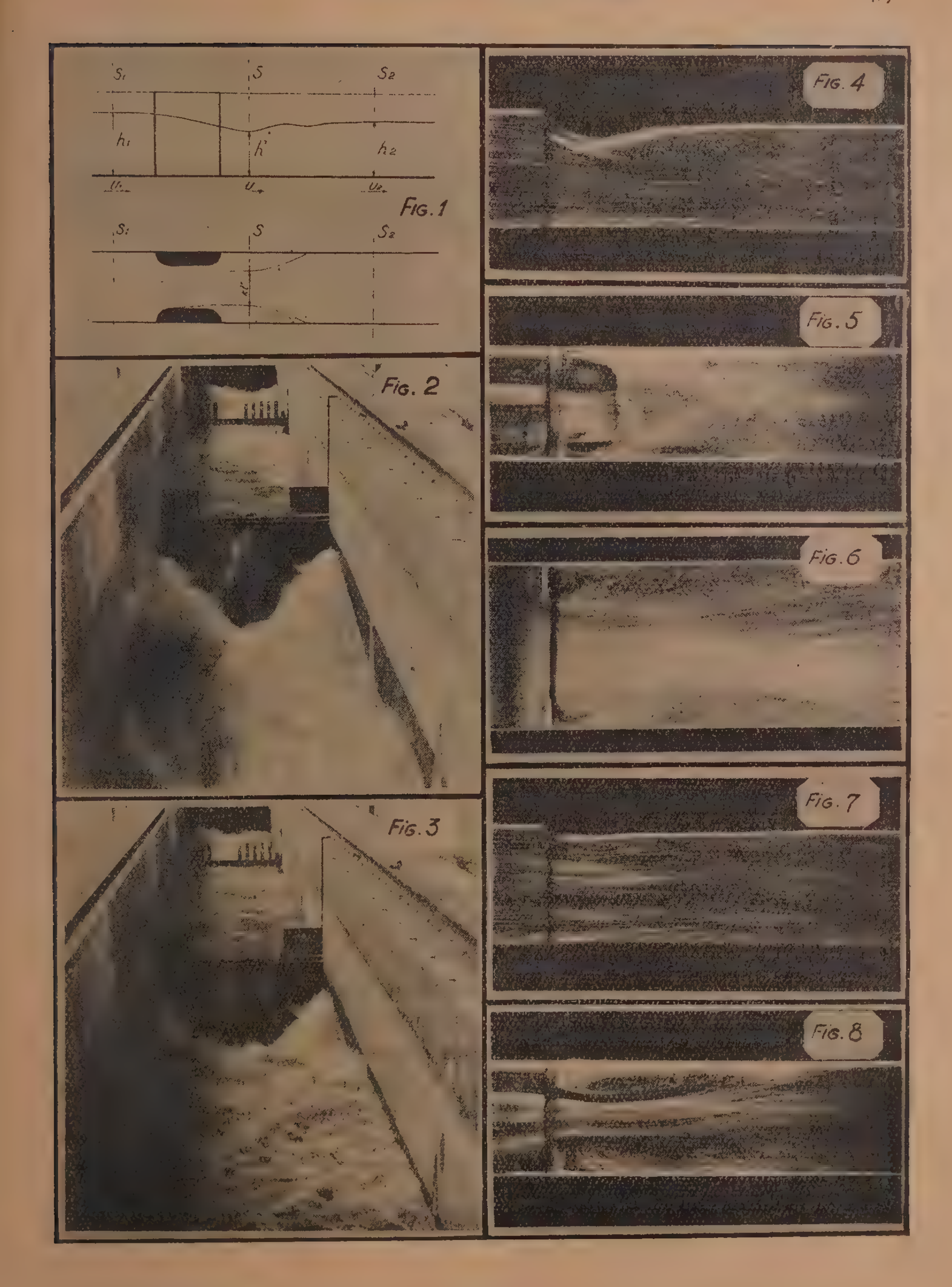
b. Pour une retenue aval correspondant à ce que nous appellerons la *valeur critique* de h_2, le ressaut qui termine la veine dénoyée arrive au voisinage immédiat du débouché de l'étranglement, sans influencer encore la valeur du débit (*fig.* 3).

c. Pour des h_2 plus grands, le débit commence à diminuer; on obtient le mouvement que nous désignerons par écoulement *à veine noyée*, dont les figures 4, 5 et 6 donnent respectivement la coupe par le plan vertical de symétrie, la vue en plan et la coupe par un plan horizontal voisin du fond. Le courant direct plonge sous le niveau aval, s'applatit en s'épanouissant latéralement jusqu'aux parois, surmonté par une zone tourbillonnaire, puis, à une certaine distance, se diffuse dans toute la section par un phénomène d'éclatement analogue à ceux que nous avons déjà signalés dans l'étude des vannes de fond et dans celles des barrages déversoirs noyés.

d. Enfin, pour les valeurs les plus fortes de h_2, existe l'écoulement que nous appellerons *axial* ou encore *en surface :* le courant direct s'étend sur toute la hauteur de la section (*fig.* 1) en séparant deux zones tourbillonnaires latérales, et s'infléchit d'ailleurs bientôt vers l'une ou vers l'autre des deux parois, suivant le phénomène signalé dans les études de M. Camichel sur les indéterminations des veines liquides. En éliminant cette déviation de la veine par des dispositifs appropriés, et faisant des expériences comparatives, nous avons constaté qu'elle demeurait sans

---

[1] Séance du 5 juin 1939.


S₁
S
S₂
h₁
h'
h₂
u₁
u
u₂
Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8

aucune influence appréciable sur les résultats des mesures. Les figures 7 et 8 représentent respectivement la coupe par le plan vertical de symétrie et la vue en plan de la surface libre, dans le cas de l'écoulement axial.

L'écoulement noyé ne se prête pas à une théorie simple. Pour l'écoulement axial, en supposant que la pression dans la section contractée S, où le tirant d'eau est h', suive sensiblement la loi de répartition hydrostatique, et qu'il n'existe pas de pertes de charge entre S_1 et S, on obtient les relations

$$q = kh'\sqrt{2g(H_1 - h')}, \tag{1}$$

$$h_2^2 + \frac{2q^2}{gh_2} = h'^2 + \frac{2q^2}{gkh'}, \tag{2}$$

entre h_2, H_1, h', le débit q par unité de largeur du canal et le coefficient K caractérisant l'étranglement maximum réalisé dans la section contractée.

Pour l'écoulement critique, on peut écrire

$$q = D\sqrt{2g(H_1 - h' - \xi_1)}, \tag{3}$$

$$h_2 D \frac{D + h_2}{2} = \frac{q^2}{g}, \tag{4}$$

$$\xi_2 = \frac{(h_2 - D)^3}{4Dh_2}, \tag{5}$$

ξ_1 étant la perte de charge entre l'amont et la section S' dans laquelle le courant s'est étalé sur toute la largeur du canal, avec une profondeur moyenne D, et ξ_2 la perte de charge due au ressaut, entre S' et S_2.

GRAVIMÉTRIE. — *Mesures de gravité dans l'Ouest du Yunnan chinois.* Note (1) de M. **Chang Hung-Chi**, présentée par M. Georges Perrier.

Le tableau suivant donne les valeurs de la gravité en des stations nouvelles dans le massif montagneux ouest du Yunnan.

Ces mesures ont été faites avec le pendule Holweck-Lejay n° 510 déjà utilisé et étalonné dans notre campagne précédente (2). Le pendule a été trouvé stable pendant cette campagne, probablement grâce à la lenteur des déplacements. La valeur brute g_1 trouvée à Yunnanfou avant le départ ne

(1) Séance du 12 juin 1939.

(2) *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 429, et 206, 1938, p. 709.

Station (1).	Latitude Nord.	Longitude (E. Greenw.).	Altitude (2).	δ.	Date.	g.	g_0.	g''_0.	Formule de Helmert (1901). γ_0.	$g_0-\gamma_0$.	$g''_0-\gamma_0$.	Formule internationale (1930). γ'_0.	$g_0-\gamma'_0$.	$g''_0-\gamma'_0$.
	° ′	° ′	m		1938	gals	gals	gals	gals	mgals	mgals	gals	mgals	mgals
Zi Ka Wei	31.11,5	121.25,7	7	2,5	1-VII	979,436	979,438	979,437	979,416	+ 22	+ 21	979,432	+ 6	+ 5
Hanoï	21. 1,4	105.51,3	11	2,3	12 »	978,683	978,686	978,685	978,694	— 8	— 9	978,712	— 26	— 27
Ho K'ow	22.32	103.58	*90*	2,6	15 »	683	711	701	788	— 77	— 87	806	— 95	—105
K'ai Yuan (A Mi Chow)	23.42	103.14	1061	2,6	17 »	482	809	690	865	— 56	—175	882	— 73	—192
K'un Ming (Yunnan Fou)	25. 4,8	102.42	1910	2,6	14-VIII	370	959	744	958	+ 1	—214	975	— 16	—231
K'un Ming	25. 4,8	102.42	1910	2,6	28 »	370	959	744	958	+ 1	—214	975	— 16	—231
Ta Li	25.40,3	100.10,5	2050	2,6	4-XI	337	982	747	999	— 17	—252	979,016	— 34	—269
Ts'ang Shan	25.42	100. 8	*3330*	2,6	7 »	062	979,090	715	979,001	+ 89	—286	018	+ 72	—303
Kung Kwo K'iao	25.34	99.19	*1280*	2,6	10 »	471	978,866	722	978,992	—126	—270	009	—143	—287
Pao Shan	25. 6,0	99.10	1750	2,6	15 »	404	944	747	959	— 15	—212	978,976	— 32	—229
Mang Shih	24.26,9	98.32	940	2,6	23 »	576	866	760	915	— 49	—155	932	— 66	—172
Cheh Fang	24.12	98.13	830	2,6	24 »	597	853	760	898	— 45	—138	915	— 62	—155
Mêng Mao	24. 1,5	97.51	790	2,6	2-XII	600	844	755	886	— 42	—131	903	— 59	—148
Lung Ch'wan	24.20	97.55	1000	2,6	7 »	565	874	761	907	— 33	—146	924	— 50	—163
Chang Feng Kai	24.11	97.49	970	2,6	9 »	570	869	760	897	— 28	—137	914	— 45	—154
Mêng Mao	24. 1,5	97.51	790	2,6	11 »	599	843	754	886	— 43	—132	903	— 60	—149
Mang Shih	24.26,9	98.32	940	2,6	13 »	585	875	769	915	— 40	—146	932	— 57	—163
Lung Ling	24.33	98.41	1560	2,6	15 »	446	927	752	922	+ 5	—170	939	— 12	—187
Têng Ch'ung (Têng Yüeh)	25. 1,8	98.30	1650	2,5	24 »	433	942	763	954	— 12	—191	971	— 29	—208
Shun Kiang	25.20	98.27	1780	2,6	28 »	411	960	760	975	— 15	—215	992	— 32	—232
Siao Sin Kai	25.29	98.31	1820	2,6	29 »	399	961	756	986	— 25	—230	979,003	— 42	—247
Kieh T'ow	25.26	98.40	1610	2,6	31 »	442	939	758	982	— 43	—224	978,999	— 60	—241
					1939									
Ying Kiang (Kan Ya)	24.46	98. 5	860	2,6	10-I	597	862	766	937	— 75	—171	954	— 92	—188
Cheh Tao (Nan Tien)	24.49	98.20	1050	2,6	13 »	549	873	755	939	— 66	—184	956	— 83	—201
Têng Ch'ung	25. 1,8	98.30	1650	2,5	15 »	430	939	760	954	— 15	—194	971	— 32	—211
Hwei Jen K'iao	25. 3	98.55	*680*	2,6	19 »	625	835	758	956	—121	—198	973	—138	—215
Pao Shan	25. 6,0	99.10	1750	2,6	21 »	404	944	747	959	— 15	—212	976	— 32	—229

(1) Les noms des stations de vérification ou de référence sont inscrits en caractères gras. (2) Les altitudes en italiques ne sont qu'approximatives.

Station (¹).	Latitude Nord.	Longitude (E. Greenw.).	Altitude (²).	δ.	Date.	g.	g_0.	g''_0.	Formule de Helmert (1901). γ_0.	$g_0-\gamma_0$.	$g''_0-\gamma_0$.	Formule internationale (1930) γ'_0.	$g_0-\gamma'_0$.	$g''_0-\gamma'_0$.
	° ′	° ′	m		1939	gals	gals	gals	gals	mgals	mgals	gals	mgals	mgals
Shan Yang	25.18,7	99.24	***1460***	2,6	25-I	978,453	978,904	978,739	978,974	— 70	—235	978,991	— 87	—252
Yung P'ing	25.25,3	99.34	1620	2,6	27 »	438	938	756	982	— 44	—226	999	— 61	—243
Pao Feng	25.48,0	99.22	***1570***	2,6	30 »	446	931	754	979,009	— 78	—255	979,026	— 95	—272
Yün Lung (Shih Men)	25.57	99.22	***1680***	2,6	30 »	430	949	759	019	— 70	—260	036	— 87	—277
Lan P'ing	26.26	99.25	2310	2,6	4-II	301	979,014	754	053	— 39	—299	070	— 56	—316
Kien Ch'wan	26.30	99.55	2250	2,6	7 »	333	027	774	058	— 31	—284	075	— 48	—301
Li Kiang	26.51,6	100.27,0	2460	2,6	10 »	310	069	792	084	— 15	—292	101	— 32	—309
Ho K'ing (A)	26.34	100. 8	2210	261	15 »	324	006	757	063	— 57	—306	080	— 74	—323
Ho K'ing (A)	26.34	100. 8	2210	2,6	16 »	323	005	756	063	— 58	—307	080	— 75	—322
Ho K'ing (B)	26.34	100. 8	2210	2,6	21 »	325	007	758	063	— 56	—305	080	— 73	—324
Kien Ch'wan	26.30	99.55	2250	2,6	27 II	333	027	774	058	— 31	—284	075	— 48	—301
Niu Kai	26.16	100. 0	2170	2,6	1-III	355	005	760	042	— 37	—282	059	— 54	—299
Teng Ch'wan	25.59	100. 5	2030	2,6	3 »	367	978,994	765	021	— 27	—256	038	— 44	—273
Ta Li	25.40,3	100.10,5	2090	2,6	6 »	337	982	747	978,999	— 17	—252	016	— 34	—269
Meng Hwa	25.15,0	100.20	1760	2,6	12 »	392	935	737	970	— 35	—233	978,987	— 52	—250
Meng Hwa	25,15,0	100.20	1760	2,6	15 »	390	933	735	970	— 37	—235	987	— 54	—252
Mi Tu	25.21	100.31	1690	2,6	15 »	410	932	741	977	— 45	—236	994	— 62	—253
Siang Yun (A)	25.28	100.32	2020	2,6	13 »	368	991	764	985	+ 6	—221	979,002	— 11	—238
Siang Yun (B)	25.28	100.32	2020	2,6	17 »	368	991	764	985	+ 6	—221	002	— 11	—238
Pin Ch'wan	25.44	100.34	1530	2,5	19 »	481	953	787	979,003	— 50	—216	020	— 67	—233
Sha Tze Kai	25.58	100.31	1840	2,6	21 »	443	979,011	804	020	— 9	—216	037	— 26	—233
Ki Tsu Shan	26. 1	100.28	***3280***	2,6	22 »	135	147	778	024	+123	—246	041	+106	—263
Ts'u Yung	25. 2,2	101.35,3	1790	2,5	27 »	403	978,955	761	978,955	0	—194	978,972	— 17	—211
K'un Ming	25. 4,8	102.42	1910	2,6	3-IV	370	959	744	958	+ 1	—214	975	— 16	—231
Hei Lung T'an	25.10	102.44	***1940***	2,6	15 »	370	969	750	964	+ 5	—214	981	— 12	—231
K'un Ming	25. 4,8	102.42	1910	2,6	24 »	370	959	744	958	+ 1	—214	975	— 16	—231

diffère de celle observée 5 mois après, à la fin de l'expédition, que de 3 milligals. Cette stabilité du pendule est établie encore avec certitude par la comparaison des résultats obtenus à l'aller et au retour aux mêmes stations de Ta Li, Pao Shan, Têng Ch'ung et Kien Ch'wan.

La liaison entre cette campagne et celle des années précédentes est assurée par les stations communes de Hanoï, K'ai Yuan, Yunnanfou et Ts'u Yung.

Toutes les valeurs sont rapportées à la valeur de base à Zi Ka Wei, $g = 979,436$ gals.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les propriétés des lignes bicaractéristiques définies par l'équation de M. De Donder.* Note de M. **Georges Biben**, présentée par M. Élie Cartan.

Nous avons vu [1] que ces lignes étaient définies par l'équation

$$\frac{dx^\mu}{\frac{1}{2}\frac{\partial A}{\partial p_\mu}} = \frac{dp_\mu}{-\frac{1}{2}\frac{\partial A}{\partial x^\mu}} = d\theta,$$

que l'on peut écrire sous la forme hamiltonienne

$$\frac{dx^\mu}{d\theta} = \frac{\partial A_1}{\partial p_\mu}, \qquad \frac{dp_\mu}{d\theta} = -\frac{\partial A_1}{\partial x^\mu}.$$

Il suffit alors de poser

$$A_1 = \frac{1}{2} A.$$

Pour démontrer l'identité entre le principe de Fermat et le principe de Maupertuis en mécanique ondulatoire relativiste, M. De Donder a été amené à écrire l'équation des bicaractéristiques sous la forme lagrangienne. En reprenant cette étude, j'ai été conduit à modifier la démonstration primitive de M. De Donder; je trouve alors deux systèmes d'équations de Lagrange.

Posons à cet effet

$$\frac{\partial x^\mu}{d\theta} = \dot{x}^\mu, \qquad \frac{dp_\mu}{d\theta} = \dot{p}_\mu,$$

$$\frac{\partial A_1}{\partial \dot{x}^\mu} = P, \qquad \frac{\partial A_1}{\partial \dot{p}_\mu} = Q.$$

---

[1] *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1486.

En opérant la transformation de Legendre

$$L = P\dot{x}^{\mu} + Q\dot{p}_{\mu} - A_1,$$

on obtient, toute réduction faite,

$$dL = \dot{x}^{\mu}\,dP + \dot{p}_{\mu}\,dQ - \frac{\partial A_1}{\partial x^{\mu}}\,dx^{\mu} - \frac{\partial A_1}{\partial p_{\mu}}\,dp_{\mu};$$

par conséquent,

$$\dot{x}^{\mu} = \frac{\partial L}{\partial P}, \qquad \dot{p}_{\mu} = \frac{\partial L}{\partial Q}, \qquad \frac{\partial A_1}{\partial x^{\mu}} = -\frac{\partial L}{\partial x^{\mu}}, \qquad \frac{\partial A_1}{\partial p_{\mu}} = -\frac{\partial L}{\partial p_{\mu}}.$$

La forme même des équations canoniques permet d'écrire

$$\frac{\partial L}{\partial x^{\mu}} - \frac{\partial L}{\partial Q} = 0, \qquad \frac{\partial L}{\partial p_{\mu}} + \frac{\partial L}{\partial P} = 0;$$

or,

$$\frac{\partial L}{\partial Q} = \frac{d}{d\theta}\left(\frac{\partial L}{\dfrac{\partial A_1}{\partial p_{\mu}}}\right) = \frac{d}{d\theta}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{x}^{\mu}}\right),$$

$$\frac{\partial L}{\partial P} = \frac{d}{d\theta}\left(\frac{\partial L}{\dfrac{\partial A_1}{\partial x^{\mu}}}\right) = -\frac{d}{d\theta}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{p}_{\mu}}\right).$$

Nous obtenons ainsi les deux systèmes d'équations de Lagrange

$$\text{(I)} \qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial L}{\partial x^{\mu}} - \frac{d}{d\theta}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{x}^{\mu}}\right) = 0,\\ &\frac{\partial L}{\partial p_{\mu}} - \frac{d}{d\theta}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{p}_{\mu}}\right) = 0.\end{aligned}\right.$$

La démonstration de l'identité des théorèmes de Fermat et de Maupertuis se déduit des propriétés des extrémales (I) [2].

Nous avons vu que $d\theta$, est la distance transversale à S, c'est-à-dire au front d'onde à l'instant $x^4 = \text{const}$. Nous savons, d'après les propriétés des transversales, que $d\theta$ sera aussi transversale à la surface S′ ou front d'onde à l'instant $x^4 + dx^4$. Ce résultat nous montre donc qu'il y a aussi identité entre les théorèmes de Malus et de Lord Kelvin et Tait.

D'autre part nous avons trouvé, pour ds^2 du rayon, l'expression

$$ds^2 = \sum_1^4 g_{\alpha\beta}\,dx^{\alpha}\,dx^{\beta} + \varepsilon\Phi_{\alpha}\,dx^{\alpha}\,dx^5 + \varepsilon\Phi_{\beta}\,dx^{\beta}\,dx^5 + \varepsilon^2\Phi_{\alpha}\Phi_{\beta}(dx^5)^2 - (dx^5)^2.$$

---

(2) Voir Géhéniau, *Mécanique ondulatoire de l'électron et du photon* (*Thèse*, 1938, p. 29).

Si nous supposons $\partial g_{\alpha\beta}/\partial x^5 = 0$, $\partial \Phi_\alpha/\partial x^5 = \partial \Phi_\beta/\partial x^5 = 0$, nous avons

$$\Gamma_{115} = \Gamma_{225} = \Gamma_{335} = \Gamma_{445} = \Gamma_{555} = 0,$$
$$\Gamma^1_{25} = \varepsilon^2 \Phi^1 F_{21}, \qquad \Gamma^2_{15} = \varepsilon^2 \Phi^2 F_{12},$$
. . . .

On retrouve les équations de MM. Einstein et Mayer [3]

$$\left(R_{qp} - \frac{1}{2} g_{qp} R\right) - \left(F_{kq} F^p_q - \frac{1}{4} g_{qp} F_{kl} F^{kl}\right) = 0,$$
$$F^{pk},\quad k = \frac{1}{\sqrt{-g}} \frac{\partial}{\partial x^k}\left(\sqrt{-g}\, F^{pk}\right) = 0.$$

ACOUSTIQUE. — *Pression de radiation en acoustique.* Note [1] de M. **Jean Mendousse**, présentée par M. Aimé Cotton.

La théorie qui suit permet de calculer la pression moyenne et la densité moyenne en chaque point d'un fluide parfait, dans le cas d'ondes périodiques infiniment petites.

La périodicité est supposée exister pour la vitesse au sens d'Euler, les déplacements pouvant dans certains cas n'être pas périodiques.

L'amplitude se définit par rapport à un ensemble de mouvements dépendant d'un paramètre A qui peut être appelé amplitude si, dans le développement en série de la vitesse suivant les puissances croissantes de A, il existe un terme du premier degré en A.

On sait que l'équation de propagation $\Delta f = 1/V^2 f''$ ne tient compte que des termes du premier degré et conduit à une pression moyenne indépendante du point considéré de l'espace occupé par le fluide.

L'équation d'Euler permet au contraire de calculer la différence entre les pressions moyennes, au sens d'Euler, en deux points du fluide,

$$(1) \qquad P_2 - P_1 = \Delta(E_p - E_c),$$

où E_p et E_c sont les densités d'énergie moyennes potentielle et cinétique

$$E_p = \text{moy}\,\frac{1}{2}\chi(\Delta p)^2, \qquad E_c = \text{moy}\,\frac{1}{2}\rho v^2$$

---

(3) *Théorie unitaire de la Gravitation et de l'Électricité*. Traduction de Maurice Solovine, Paris, 1933.

(1) Séance du 12 juin 1939.

(χ compressibilité, Δp surpression = pression — pression d'équilibre, ρ densité, v vitesse).

La relation (1) ne tient compte que des termes du second ordre, et elle est vraie dans les deux cas suivants : *a*. mouvement quelconque pourvu que les déplacements soient périodiques; *b*. mouvement irrotationnel, même si les déplacements ne sont pas périodiques.

Pour en déduire les différences de pressions moyennes entre deux éléments du fluide au sens de Lagrange, il suffit de supposer les déplacements périodiques pour ces deux éléments seulement; on a alors

$$P_{\text{Lagrange}} = P_{\text{Euler}} + 2\,E_c, \tag{2}$$

on en déduit, au sens de Lagrange,

$$P_2 - P_1 = \Delta(E_p + E_c).$$

formule vérifiée dans les mêmes cas que la formule (2).

Cette formule (2) permet de calculer la pression moyenne sur une paroi mobile où elle devient

$$P_{\text{paroi}} = P_{\text{Euler}} + 2\,E_{c\ \text{normal}}, \tag{3}$$

où $E_{c\ \text{normal}} = \text{moy}\,(1/2)\rho v_N^2$, v_N étant la composante de la vitesse normale à la paroi. Au point de vue des pressions moyennes toute paroi émettrice ou absorbante est équivalente à une paroi mobile, de sorte que les formules (1) et (3) permettent de résoudre tous les problèmes relatifs à l'action des ondes sur un obstacle immergé.

Les valeurs absolues des pressions moyennes sont calculables à partir de la masse moyenne du fluide contenu dans un volume fixe, masse $M_{\text{éq}}$ au repos et $M_{\text{éq}} + \Delta M$ pendant le mouvement. On a alors

$$S_{\text{vol}}(\rho - \rho_{\text{éq}})\,d\,\text{vol} = \Delta M = \text{Vol} \times \Delta\rho_{\text{moy}},$$

et l'on trouve que la valeur moyenne dans le volume précédent de la surpression ΔP en chaque point est

$$\Delta P_{\text{moy}} = \Delta\rho_{\text{moy}}\,V^2 + K\,2\,E_{p\ \text{moy}}, \tag{4}$$

avec

$$K = \frac{d \log V}{d \log \rho},$$

constante qui vaut $1/2(\gamma - 1)$ pour un gaz parfait.

On doit calculer ΔM à partir des conditions aux limites du fluide; dans

le cas de parois mobiles, le volume moyen du récipient peut différer du volume d'équilibre : nous prendrons comme nouvel état d'équilibre, en particulier pour définir l'énergie potentielle, celui qui est défini par la position moyenne des parois; la nouvelle pression d'équilibre sera donc celle qui correspond au volume moyen précédent d'après la loi de compressibilité. Dans ce volume moyen la variation de masse ΔM est donnée par la formule

$$(6) \qquad (E_{p\,\mathrm{total}} - E_{c\,\mathrm{total}}) = \frac{1}{2}\Delta M\, V^2;$$

on en déduit la surpression en chaque point

$$\Delta P = \frac{1}{2}\Delta\rho_{\mathrm{moy}} V^2 + K\, 2 E_{p\,\mathrm{moy}} + (E_p - E_c).$$

On voit que la pression calculée par L. Brillouin dans le cas des ondes stationnaires planes n'est pas, comme la quantité $(E_p - E_c)$, une grandeur attachée à chaque point, mais en partie une grandeur moyenne; si une expérience est faite dans une chambre fermée, dont le phénomène vibratoire n'occupe qu'une faible partie, le terme $K\, 2 E_{p\,\mathrm{moy}}$ est pratiquement nul.

L'expression de la densité moyenne conserve au contraire au terme $K\, 2E_p$ le sens d'une grandeur attachée à chaque point de l'espace; on trouve

$$\Delta\rho = \frac{1}{2}\Delta\rho_{\mathrm{moy}} + \frac{1}{V^2} K\, 2 E_{p\,\mathrm{moy}} + \frac{1}{V^2}(E_p - E_c - K\, 2 E_p),$$

autrement dit on obtient les variations de densité d'un point à l'autre du fluide à partir du terme $(E_p - E_c)$ et du terme $(- K\, 2 E_p)$: le développement en série de ρ, prolongé jusqu'au second ordre, ne conserve plus entre les pressions et les densités moyennes, la même relation qu'entre les pressions et les densités elles-mêmes.

ÉLECTROCHIMIE. — *Influence de la concentration sur le potentiel de réduction, à l'électrode à gouttes de mercure, des colorants monoazoïques sulfonés.* Note de Mlle **Hoang thi Nga**, présentée par M. Jean Perrin.

Nous savons que la méthode polarographique de Heyrovsky permet dans un grand nombre de cas l'étude du mécanisme de la réduction de certaines substances, notamment des composés organiques en solution

dans un électrolyte de base de pH connu. Si l'on admet que le processus de la réduction d'une substance est simple (¹), le potentiel de réduction π en fonction de la concentration c est donné par la relation

$$\pi = -\frac{RT}{nF}\log\frac{kk'i}{c},$$

où R, T, n, F ont leurs significations habituelles.

Il nous a paru intéressant de faire une étude systématique de l'influence de la concentration sur le potentiel de réduction de certains colorants azoïques, en commençant par l'orangé 2 dont on connaît déjà ce potentiel en fonction du pH du milieu (²). Une première série de mesures a été effectuée en prenant comme électrolytes de base des solutions aqueuses de KOH, KCl, HCl à 1/10 normale et en employant le colorant à des concentrations de 1/50000, 1/10000, 1/2000, 1/400 normale; les résultats ont montré que dans tous ces milieux le potentiel de réduction est d'autant plus négatif que la concentration est plus grande (Tableau I), contrairement à l'équation classique.

Une deuxième série de mesures a été faite dans les mêmes conditions mais en employant comme électrolytes de base des solutions tamponnées à différents pH, on observe alors des variations de même sens qu'avant, mais

Tableau I.

Composition de l'électrolyte de base.	pH de l'électrolyte de base.	Potentiel de réduction π en millivolts, pris par rapport à une électrode au calomel saturé, et correspondant aux différentes concentrations de l'orangé 2.			
		1/50000.	1/10000.	1/2000.	1/400.
HCl 1/10 normale...	–	−16,2	−29,38	–	–
KCl 1/10 » ...	–	−392,14	−447,34	−642,31	−810,21
KOH 1/10 » ...	–	−686,3	−697,44	−761,26	−847,37
	4,43	−266,75	−291,66	−341,5	−381,87
	6,82	−462,5	−477,9	−545	−580,9
	10,48	−568,9	−654,5	−736,3	−818,9

moins accentuées (Tableau I). Il apparaît donc de toute évidence que le potentiel de réduction correspondant aux quatre concentrations utilisées et pour des valeurs de pH employés est pour cette substance d'autant plus négatif que la concentration est plus grande.

(¹) Hoang thi Nga, *Journ. Chim. Phys.*, 35, 1935, p. 347.

(²) *Ibid.*, p. 348.

Ces résultats nous ont amené à étendre nos mesures à un grand nombre de colorants du même groupe que l'orangé 2 et en employant des concentrations plus rapprochées les unes des autres. L'ensemble des résultats obtenus met en évidence que le potentiel de réduction présente en fonction de la concentration des variations qui sont sensiblement de même forme,

TABLEAU II.

Substance étudiée.	pH de l'électrolyte de base.	Potentiel de réduction π en millivolts, pris par rapport à une électrode au calomel saturé, et correspondant aux différentes concentrations du colorant.						
		1/100000.	1/50000.	1/25000.	1/10000.	1/5000.	1/2000.	1/1000.
Jaune métanile.	2,97	−244,6	−244,6	−239,86	−173,94	−173,44	−202,6	−272,77
Orangé 2......	6,97	−478,56	−468,6	−458,62	−475,56	−523,42	−538,4	−568,3
Orangé 4......	6,97	−414,5	−404,4	−393,3	−404,4	−419,5	−434,7	
Amarante.....	2,97	−229,17	−229,17	−229,17	−231,22	−242,5	−272,14	−282,4
Chrysoïne.....	6,97	−432,7	−419,5	−394,3	−364	−369	−389,2	−429
Nacarat.......	11,04	−657,8	−657,8	−652	−634,8	−616,6	−619,2	−625,5

comme le montre le Tableau II : pour des solutions infiniment diluées, celles dont la concentration est comprise entre 1/100000 normale et une autre valeur qui peut être 1/25000, 1/10000, 1/5000 normale suivant les substances et suivant le pH du milieu, la variation du potentiel avec la concentration a le sens prévu par la théorie, c'est-à-dire que le potentiel de réduction est d'autant moins négatif que la concentration est plus grande (pour l'amarante la variation dans ces limites de concentrations est nulle ou négligeable). Au contraire, pour des solutions plus concentrées que 1/25000, 1/10000, 1/5000 normale suivant le cas, tous les colorants ont leur potentiel de réduction qui augmente en valeur absolue quand la concentration augmente.

Ces résultats montrent que la réduction des colorants monoazoïques sulfonés, à l'électrode à gouttes de mercure, correspond à un ensemble complexe de processus dont la nature est essentiellement liée à la concentration; mais le fait qu'au delà d'une certaine valeur de cette dernière toutes les substances présentent des variations identiques et anormales par rapport à la relation théorique permet de penser que la méthode polarographique offre la possibilité de préciser la nature des processus dont l'ensemble constitue la réduction.

OPTIQUE. — *Sur les propriétés optiques des couches très minces de potassium.* Note (1) de M. **Dionisie Hacman**, présentée par M. Aimé Cotton.

Il n'y a que peu de recherches sur les propriétés optiques des métaux alcalins en couches très minces. En ce qui concerne le potassium, il faut citer les travaux de R. W. Wood (2), R. Fleischer (3) et R. Fleischmann (4). Des maxima sélectifs d'absorption optique ont été trouvés à $436^{m\mu}$ par R. Fleischer (3) et à environ $440^{m\mu}$ et $380^{m\mu}$ par R. Fleischmann (4); ce dernier maximum dépend de l'angle d'incidence et de la polarisation de la radiation incidente. Mais, dans ces travaux antérieurs, l'épaisseur des couches n'est pas connue. C'est pourquoi j'ai fait une série de mesures du facteur de transmission et de réflexion optique de couches très minces de potassium en fonction de leur épaisseur et de la longueur d'onde de la radiation incidente. La méthode de mesure et le dispositif expérimental sont décrits dans un autre travail (5). En principe l'appareil est un tube en pyrex à vide extrême, où l'on produit un faisceau de rayons atomiques de potassium, d'intensité constante et mesurable, qui tombe sur une plaque plane de quartz en y formant une couche de métal uniforme et dont l'épaisseur croît régulièrement avec le temps. Cette couche peut être éclairée, à travers une fenêtre plane de quartz soudée à l'appareil, par un faisceau de lumière monochromatique qui tombe sous une incidence de 45°. La partie de la radiation transmise par la couche et celle réfléchie tombent sur deux cellules photoélectriques de potassium, disposées aussi dans le même tube.

La marche d'une mesure est la suivante : après avoir établi et mesuré une certaine intensité du rayon atomique, on détermine, pour une certaine radiation monochromatique, les facteurs de transmission et de réflexion de la plaque de quartz nue (épaisseur zéro de la couche). Puis on laisse les rayons de potassium tomber sur la plaque et l'on mesure la variation des

---

(1) Séance du 30 mai 1939.

(2) *Phil. Mag.*, 6, 1919, p. 38, 98.

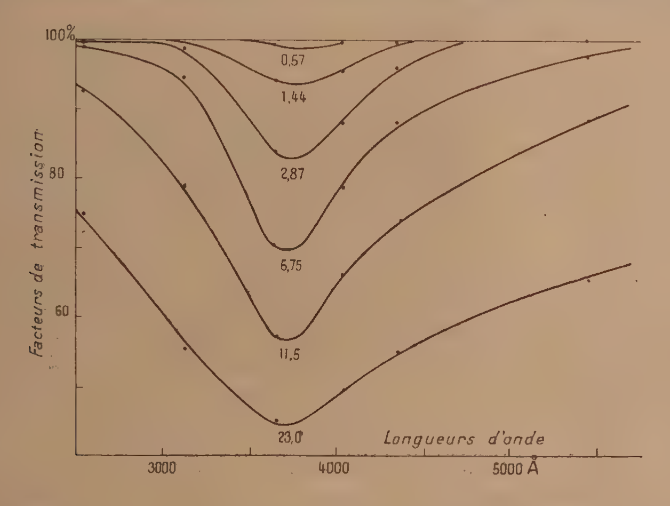
(3) *Phys., Zeitschr.*, 32, 1931, p. 217.

(4) *Nachr. d. Ges. d. Wiss. Göttingen*, II, 1931, p. 352.

(5) D. Hacman dans Vol. hommage I. Nistor, *Ed. Univ. Cernăuţi*, 1937, p. 336. L'appareil fut un peu modifié pour les mesures définitives exposées ici. Ces modifications seront décrites ailleurs.

facteurs cités plus haut avec la durée du dépôt. On répète cette opération pour chaque ligne spectrale utilisée : durant toute la série de mesures, l'intensité de la radiation incidente et celle du rayon atomique restent constantes et sont toujours contrôlées. Bien entendu on veille avec le plus grand soin sur les conditions de vide et de pureté du métal alcalin.

Une partie des résultats obtenus est donnée dans la figure; les courbes représentent la variation du facteur de transmission optique des couches en fonction de la longueur d'onde de la radiation incidente. On utilise les six groupes de lignes principales de l'arc au mercure dans le quartz : λ 5461, 4358, 4047, 3655, 3132 et 2540 Å. Les six courbes de la figure correspondent à six épaisseurs différentes de la couche alcaline, qui sont marquées en millimicrons. Sur la figure, l'abscisse donne la longueur



d'onde et l'ordonnée la valeur du facteur de transmission optique de la couche, rapporté à la transmission de la plaque de quartz nue (notée 100 %).

Les courbes montrent l'existence d'un maximum sélectif d'absorption situé entre 3600 et 3800 Å et qui coïncide avec le maximum trouvé, en lumière polarisée, par R. Fleischmann ([4]). Ce maximum existe même pour les couches les plus minces : une couche monoatomique est, d'après la la courbe n° 1, complètement transparente pour les radiations visibles et ultraviolettes excepté la région spectrale 3500-4000 Å.

Des courbes similaires furent obtenues pour le facteur de réflexion; elles montrent aussi un maximum sélectif très prononcé dans la même région que le maximum d'absorption. Mais une comparaison quantitative des

courbes relatives à la réflexion avec celles se rapportant à l'absorption a montré que le maximum sélectif d'absorption situé entre 3600 et 3800 Å n'est dû, qu'en faible partie, à la réflexion sélective de la couche alcaline. En effet, la réflexion maximum d'une couche monoatomique est d'environ 0,35 % pendant que l'absorption maximum est, dans le même cas, égale à 2 %.

Le maximum sélectif d'absorption optique croît avec l'épaisseur des couches jusqu'à environ 6$^{m\mu}$, soit 12 couches monoatomiques [6], auquel cas il est le mieux prononcé et ressemble au maximum trouvé par R. Fleischmann; puis il commence à s'élargir et montre en même temps une tendance à se déplacer vers les grandes longueurs d'onde. Bien entendu il serait très utile de répéter toutes ces mesures en lumière polarisée rectilignement.

RADIOCHIMIE. — *Sur l'émission du rayonnement ultraviolet par l'électrolyse de solutions d'acide azothydrique et d'azoture de sodium.* Note de MM. **René Audubert** et **Edgar T. Verdier**, présentée par M. Jean Perrin.

L'un de nous a montré [1] que les sels de l'acide azothydrique présentent une dissociation thermique lente, s'accompagnant d'une émission d'ultraviolet, décelable par un compteur photoélectrique et due, comme le précisent les spectres d'émission et les énergies d'activation, à une désactivation de l'azote activé électroniquement formé au cours de la thermolyse. Aussi nous a-t-il paru intéressant d'étudier au compte-photon l'électrolyse de N^3H et de N^3Na, qui contiennent en solution des ions N^3.

Usher et Venkasteswaran [2], Briner et Winkler [3], en particulier, ont montré qu'au cours de l'électrolyse, des réactions secondaires dues à la réduction de l'anion par l'hydrogène cathodique sont possibles, c'est pourquoi nous avons séparé par un diaphragme les deux compartiments

---

(6) L'épaisseur 11$^{m\mu}$,5 indiquée pour la quatrième courbe, correspond à 11 couches monoatomiques. On a négligé la petite diminution d'épaisseur provenant de la volatilisation du dépôt.

(1) R. Audubert et H. Muraour, *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 431; R. Audubert, *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1192; 205, 1937, p. 133; 206, 1938, p. 748.

(2) *J. Chem. Soc.*, 115, 1919, p. 613.

(3) *Jour. Ch. Phys.*, 20, 1923, p. 211.

anodique et cathodique. L'expérience montre que seule l'anode est le siège d'une émission dont l'intensité est d'autant plus grande que la densité du courant est elle-même plus élevée, et que l'électrode est plus rapprochée de la surface libre du liquide, ces solutions étant très absorbantes pour la région de l'ultraviolet émis.

Pour cette raison l'anode, constituée par une toile de platine plane et horizontalement disposée, était fixée à un support comportant une vis micrométrique au moyen de laquelle l'épaisseur de la couche de liquide interposée pouvait être réglée avec précision. La tension aux bornes des électrodes était variable grâce à un potentiomètre; un milliampèremètre donnait l'intensité du courant traversant le circuit, le potentiel correspondant de l'anode était déterminé potentiométriquement par rapport à une électrode au calomel. Le photo-compteur à CuI utilisé, du type déjà décrit, fonctionnant dans une atmosphère d'alcool, présente une courbe de sensibilité spectrale dont le maximum est situé aux environs de 2350 Å ([4]). Les concentrations étudiées allaient de 0,5 à 1,5 M pour l'acide azothydrique et de 0,2 à 0,6 M pour l'azoture de sodium.

On constate, dans tous les cas, que l'intensité, J, de l'émission varie avec le potentiel, V, de l'anode et l'intensité, I, du courant suivant une loi de la forme $J = aIe^{\alpha V}$, où a et α sont deux constantes. Cette relation est identique à celle qui a été antérieurement vérifiée ([5]) dans le cas de la polarisation anodique de l'aluminium. Si l'on fait varier progressivement le pH, par addition de soude, on constate que α diminue, s'annule et peut même devenir négatif pour un pH voisin de 7; au delà de cette valeur, α devient à nouveau plus positif à mesure que le pH augmente.

Cet ensemble de faits est difficile à interpréter par une explication simple, mais l'influence du potentiel sur l'intensité de l'émission conduit à penser que l'activation des ions N^3 par le champ électrique, sous forme d'énergie cinétique, doit intervenir dans l'énergie d'activation du radical formé à la décharge, celui-ci pouvant ultérieurement participer à des réactions secondaires photogéniques. Si l'on rapproche l'émission que présentent en solution l'électrolyse de N^3Na et de N^3H, de celle accompagnant la dissociation thermique des azotures, on peut penser que l'émission des photons dans l'électrolyse doit être également due à la présence dans le radical N^3 d'un groupement N-N activé électroniquement

---

([4]) R. AUDUBERT et J. MATTLER, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1005.

([5]) R. AUDUBERT et O. VIKTORIN, *Jour. de Phys.*, 34, 1937, p. 18.

et susceptible (6), au cours des réactions secondaires auxquelles N^3 prend part, d'émettre de la lumière ultraviolette par désactivation et passage à l'état d'azote normal.

Effectivement, en utilisant pour analyser la nature du rayonnement émis, un monochromateur à optique de quartz avec un photo-compteur à CuI comme détecteur, on vérifie, en tenant compte de la courbe de sensibilité spectrale de ce dernier, que le spectre d'émission est constitué par des bandes dont les maxima occupent les positions

N^3Na....	1990±25 Å	2130±25 Å	2270±35 Å	2425±35 Å	2550±40 Å
N^3H.....	1950±25 Å	2140±25 Å	2300±35 Å	2450±35 Å	2600±40 Å

Ces positions sont très voisines de celles qui ont été obtenues dans le cas de la dissociation thermique des azotures de N^3Na, N^3Ag, N^3Tl (7); mais autant que le permet la précision de telles mesures, il semble que les bandes d'émission obtenues par l'électrolyse soient plus étalées que dans le cas de la thermolyse. On a déjà vu que l'on trouve dans le spectre de l'azote activé électroniquement des niveaux rendant compte de ces longueurs d'onde.

On sait, comme Usher et Venkasteswaran (8) l'ont montré, que l'azote provenant de l'électrolyse de solutions d'azoture de sodium possède des propriétés électrochimiques différentes de celles de l'azote normal. D'autre part Briner et Winkler (9) ont établi que les phénomènes lumineux caractéristiques de l'azote actif de Strutt ne s'observaient pas dans l'électrolyse des solutions d'azoture de sodium. On est aussi tenté d'admettre que l'azote activé électroniquement peut se trouver dans un état métastable à grande vie moyenne.

---

(6) R. Audubert, *Trans. Farad. Soc.*, 35, 1938, p. 197.

(7) R. Audubert, *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 133; 206, 1938, p. 748; R. Audubert et C. Racz, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1810.

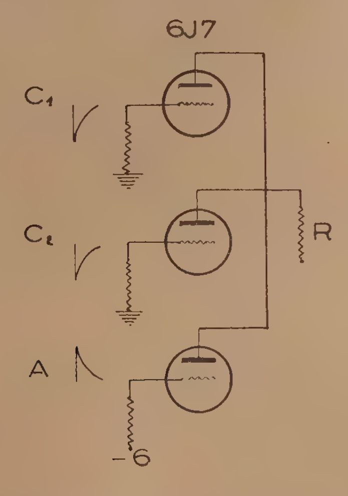
(8) *J. Chem. Soc.*, 115, 1919, p. 613.

(9) *Journ. Ch. Phys.*, 20, 1923, p. 211.

Rayons cosmiques. — *Généralisation des dispositifs à coïncidences. Anticoïncidences et leur application à l'étude des rayonnements cosmiques.* Note (¹) de M. **Serge Gorodetzky**, présentée par M. Maurice de Broglie.

Les sélecteurs de coïncidences permettent la détection de particules ionisantes ayant traversé simultanément un certain nombre de compteurs obligatoires. Il peut aussi être intéressant de disposer d'un appareil détectant des particules ayant traversé simultanément un certain nombre de compteurs obligatoires et de plus ayant évité un certain nombre de compteurs défendus.

Un tel dispositif a été réalisé. La figure indique le cas de deux compteurs en coïncidence et d'un compteur en anticoïncidence. On généralise facilement à un nombre quelconque de compteurs. Le fonctionnement du circuit est le suivant : si l'on fait abstraction du circuit du tube A, les circuits des tubes CC constituent un dispositif ordinaire de coïncidences avec résistance commune R. Le tube A (anticoïncidence) utilise également R.



Sa polarisation est telle qu'en l'absence d'impulsion il n'est traversé par aucun courant, au contraire des tubes CC. Les impulsions des compteurs (représentées schématiquement sur la figure) arrivant sur A, ont même

(¹) Séance du 12 juin 1939.

valeur absolue, mais signe contraire de celles arrivant sur CC. (Ce déphasage est obtenu par un tube supplémentaire placé en amont du tube A et qui renverse simplement l'impulsion qui lui arrive, sans l'amplifier ni la déformer.)

Dans ces conditions, une particule traversant les deux compteurs correspondant aux tubes CC, mais ne traversant pas le compteur correspondant à A donne une impulsion aux bornes de R. Une particule traversant les trois compteurs ne donne pas d'impulsion. Le compteur A est défendu.

On peut dire aussi : *un tube d'anticoïncidence en l'absence d'impulsion* (*au repos*) *est équivalent à un tube de coïncidence sous impulsion. Un tube d'anticoïncidence sous impulsion est équivalent à un tube de coïncidence au repos.*

La tension de polarisation de grille appliquée en A est, si l'on veut, une *impulsion artificielle constante* appliquée sur A, considéré comme tube de coïncidence. Cette impulsion artificielle constante n'est supprimée que durant l'impulsion d'anticoïncidence.

Le dispositif décrit est une généralisation du montage des coïncidences. Il en présente les avantages. Le pouvoir discriminatoire avec un nombre quelconque de compteurs reste excellent. On obtient facilement les meilleurs pouvoirs séparateurs.

Certains auteurs ont cherché à faire des dispositifs de coïncidences simplement par addition des impulsions partielles. Mais on se heurte à de nombreuses difficultés. Aussi le dispositif de coïncidences à résistance unique est-il pratiquement le seul employé. En ce qui concerne les anticoïncidences, la première idée qui vient à l'esprit est peut-être d'opposer simplement les impulsions, d'opérer par soustraction (de même que l'on opère par addition pour les coïncidences).

Les avantages du circuit à résistance commune sont évidemment aussi importants pour les anticoïncidences que pour les coïncidences.

L'intérêt des dispositifs d'anticoïncidences est évident lorsqu'il s'agit, en commandant par compteurs une chambre de Wilson, d'obtenir des fins de parcours de particules (Street et Stevenson) (²), ou bien de protéger la chambre contre les gerbes, etc.

Il faut faire une remarque concernant l'utilisation des dispositifs d'anticoïncidences pour les mesures proprement dites par compteurs.

Soit, d'une manière très générale, 3 compteurs 1, 2, 3 placés d'une façon

(²) *Phys. Rev.*, 52, 1937, p. 1003.

absolument quelconque les uns par rapport aux autres. Soit $N_{1,2}$ le nombre d'impulsions par unité de temps dû à 1, 2 en coïncidence.

Soit $N_{1,2,3}$ le nombre d'impulsions dû à 1, 2, 3 en coïncidence. Mettons les compteurs 1, 2 en coïncidence et le compteur 3 en anticoïncidence.

Soit alors $N_{1,2,-3}$ le nombre d'impulsions. On a la relation

$$N_{1,2} = N_{1,2,3} + N_{1,2,-3}.$$

En effet, soit une coïncidence (rayon ou gerbe) entre 1 et 2($N_{1,2}$). De deux choses l'une : ou bien il y a coïncidence 123($N_{1,2,3}$), ou bien cette coïncidence n'a pas lieu ($N_{1,2,-3}$).

On pourrait alors penser que, pour les mesures par compteurs, le dispositif d'anticoïncidences est inutile, puisque l'on obtient $N_{1,2,-3}$ par différence des deux mesures de coïncidences $N_{1,2}$ et $N_{1,2,3}$.

Mais on montre facilement que l'erreur, à durée de mesure égale, est inférieure pour le dispositif à anticoïncidences.

Si l'on veut obtenir la même erreur par différence de deux mesures que pour une mesure en anticoïncidences, il faut multiplier le temps de mesure par α.

$\alpha = 2[(N_{1,2} + N_{1,2,3})/(N_{1,2} - N_{1,2,3})]$. S'il y a une différence de 10 % entre $N_{1,2}$ et $N_{1,2,3}$, $\alpha = 40$. Une telle mesure, faite en une journée par le dispositif d'anticoïncidences, demande plus d'un mois par les dispositifs de coïncidences.

CAPILLARITÉ. — *La tension superficielle des solutions équimoléculaires.* Note de MM. **Constantin Sălceanu** et **Henry Mc Cormick**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nous avons décrit [1] une nouvelle méthode pour la mesure de la tension superficielle, basée sur la pesée des gouttes tombantes. Cette méthode est telle que la masse de la goutte exprimée en milligrammes, obtenue dans des conditions bien déterminées, a la même valeur numérique que la tension superficielle du liquide considéré exprimée en dynes/cm. Les données obtenues par cette méthode ont été vérifiées pour un grand nombre de liquides et les résultats ont été trouvés presque identiques à ceux que donnent les tableaux de constantes physiques.

---

(1) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1278 ; voir aussi *C. R. Inst. Sc. de Roumanie*, 3, 1939, n° 3, p. 294

Nous avons cherché à appliquer notre méthode à la mesure de la tension superficielle de quelques solutions équimoléculaires dans divers solvants. Les résultats obtenus sont groupés dans le tableau ci-dessous. Les colonnes contiennent successivement : le nom de la substance solide, le solvant, la concentration (grammes de substance pour 100^{cm^3} du liquide dissolvant), la normalité de la solution et la différence $\Delta\gamma$ entre la tension superficielle de la solution et la tension superficielle du solvant. Toutes les mesures ont été faites à la température de 20°C. Ces températures ont été maintenues constantes à 1/10e de degré près, à l'aide de notre dispositif. La tension superficielle du solvant pur était déterminé avant chaque mesure.

TABLEAU I.

Substance.	Solvant.	Conc.	Solution.	$\Delta\gamma$ dynes/cm
Glucose	eau	0,90	1/2 normale	0,40
»	»	1,80	normale	0,82
»	»	2,70	3/2 normale	1,20
»	»	3,60	2 »	1,63
Rhodanate d'ammonium	»	0,38	1/2 »	0,40
Acétate d'ammonium	»	0,385	1/2 »	0,41
Naphtalène	benzène	0,64	1/2 »	0,40
Phénanthrène	»	0,89	1/2 »	0,44
Triphénylméthane	sulf. de carbone	1,22	1/2 »	0,40
Triphénylamine	»	1,225	1/2 »	0,42
Acénaphtène	»	1,54	normale	0,81
Phénanthrène	»	1,78	»	0,84
Naphtalène	»	1,28	»	0,78
Diphénylamine	»	1,69	»	0,80
Iode	»	1,27	1/2 normale	0,42
Naphtalène	acétone	1,28	normale	0,80
Phénanthrène	»	1,78	»	0,82
Triphénylméthane	»	1,22	1/2 normale	0,40
Iode	»	0,635	1/4 »	0,21
Chlorure mercurique	»	2,716	normale	0,82
Menthol	alc. éthylique	1,56	»	0,78
Camphre	»	1,52	»	0,80
Naphtalène	tétrachlorure de carbone	1,28	»	0,77
Phénanthrène	»	1,78	»	0,80

En ce qui concerne les valeurs de $\Delta\gamma$, qui figurent dans la dernière colonne, seule la première décimale est connue avec précision. On observe une augmentation constante de la tension superficielle du solvant

d'approximativement 0,8 dyne/cm par molécule-gramme de substance solide dissoute. *Cette augmentation est indépendante aussi bien de la nature de la substance dissoute, que de la nature du solvant; elle dépend seulement du nombre de molécules du solide se trouvant dans la masse liquide.* Pour d'autres substances non mentionnées dans le Tableau nous avons observé aussi des écarts de la valeur 0,8 dyne/cm.

Nous donnons aussi quelques mesures faites en utilisant quelques solutions électrolytiques dans l'eau. Les valeurs obtenues par nous ($\Delta\gamma$) sont placées à côté de celles ($\Delta\gamma'$) que donne Childs ([2]) pour les mêmes substances et calculées par nous pour la molécule-gramme.

Dans la détermination du poids du sel dissous on a tenu compte de l'eau de cristallisation.

TABLEAU II.

Substance.	Solvant.	Conc.	Solution.	Dynes/cm.	
				$\Delta\gamma$.	$\Delta\gamma'$.
NH^4Cl	eau	0,5346	normale	1,61	1,39
KCl	»	0,746	»	1,53	1,41
$NaCl$	»	0,585	»	1,64	1,63
$SO^4Cu\,(7H^2O)$	»	0,7975	1/2 normale	0,83	0,75
$CaCl^2\,(6H^2O)$	»	1,111	normale	2,5	3,2

Le Tableau ci-dessus montre que l'augmentation de la tension superficielle est, dans le cas de ces électrolytes, plus grande que dans le cas des substances non électrolytes du Tableau I. Cette augmentation est approximativement double pour les quatre premières solutions et triple pour le cas du $CaCl^2$.

Elle est due à la présence des ions dans les solutions électrolytiques et doit dépendre (de même que la pression osmotique par exemple) du coefficient de dissociation de la substance dissoute.

CHIMIE PHYSIQUE. — *L'absorption dans l'infrarouge très proche de quelques dérivés du naphtalène.* Note de M. **Pierre Barchewitz**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nous avons étudié l'absorption du naphtalène et de quelques dérivés dans une région spectrale s'étendant de $0^\mu,6$ à 1^μ, au moyen d'un spectro-

([2]) *Physical Constants*, Methuen, 1934, p. 26.

graphe enregistreur à cellule photoélectrique précédemment décrit ([1]). Nous ne connaissons aucune mesure d'absorption de ces composés dans cette région.

a. Spectre du naphtalène. — Le spectre du naphtalène dissous dans le tétrachlorure de carbone apparaît très simple et ressemble à celui du benzène; c'est précisément la simplicité de ces spectres, qui permet de mettre en évidence certaines règles empiriques sur le déplacement des bandes CH. Le troisième harmonique de la bande fondamentale CH, vers 3µ,3, se trouve à 8775 Å, il est simple; les deux cycles formant la molécule de naphtalène ne produisent pas de tensions appréciables à l'intérieur de la molécule, les bandes CH du benzène et du naphtalène se trouvant sensiblement à la même position (à 8736 Å pour le benzène). Signalons cependant que la bande fondamentale du naphtalène est plus complexe; elle est en effet au moins double (composantes à 3068 et 3053 cm^{-1}) ([2]).

b. Spectres des méthylnaphtalènes. — Nous avions à notre disposition le α-méthylnaphtalène, les diméthyl 1-6, 2-6 et 2-3 naphtalènes. On constate que la bande CH est déplacée vers les grandes longueurs d'onde par rapport à la bande correspondante du naphtalène; ce déplacement est d'ailleurs faible par rapport au déplacement des dérivés correspondants du benzène. Pour le dérivé monométhylé le déplacement est trop faible pour être noté avec certitude; la précision dans les mesures permet cependant d'arriver aux conclusions suivantes :

1° les groupements méthyles jouent le rôle de groupements électropositifs par rapport au radical $C^{10}H^{7}$ et produisent un déplacement de la bande CH vers les grandes longueurs d'onde.

2° le déplacement est d'autant plus grand que le nombre de groupements substitués est plus grand. Pour les différents isomères, le déplacement est d'autant plus grand que la molécule est plus symétrique.

En plus de ces bandes CH, on observe les bandes dues aux groupements méthyles substitués à la molécule de naphtalène; elles sont complexes et formées de trois composantes, dont deux particulièrement intenses à 9110 et 9210 Å.

c. Spectres des naphtols et naphtylamines. — Pour ces composés, le déplacement des bandes CH par rapport à la bande correspondante du naphtalène est trop faible pour être apprécié avec certitude; en plus des

---

([1]) *Ann. Physique*, 2, 1939, p. 261.

([2]) J.-J. Fox et A.-E. Martin, *J. Chem. Soc.*, 72, 1939, p. 318.

bandes CH, on observe pour les naphtols des bandes OH très intenses; ces corps étant étudiés dissous dans le tétrachlorure de carbone à de faibles concentrations, ils sont peu ou pas associés; les bandes OH se trouvent pour les α- et β-naphtols respectivement à 9738 et 9722 Å (pour le phénol, la bande OH est à 9720 Å environ et pour les alcools aliphatiques à 9630 Å); la complexité de ces bandes n'a pu être observée à cause des faibles concentrations employées.

d. Spectres des chloro- et nitronaphtalènes. — Nous avons étudié l'absorption des α-chloro- et nitronaphtalènes. On constate que le déplacement de la bande CH a lieu pour ces corps vers les courtes longueurs d'onde, en accord avec les moments électriques négatifs des liaisons (C-Cl) et ($C-NO^2$); les bandes se trouvent respectivement à 8765 et 8728 Å; la valeur du déplacement est liée aux grandeurs de ces moments.

Tous ces résultats viennent confirmer l'influence des moments électriques sur les positions des bandes CH. On retrouve ainsi ceux que nous avions indiqués pour les dérivés du benzène et les dérivés halogénés des carbures aliphatiques.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les spectres d'absorption infrarouges des xylidines et le phénomène d'empêchement stérique.* Note de M. **Yeou Ta**, présentée par M. Aimé Cotton.

On sait que, parmi les xylidines isomères, celle qui possède les deux groupements CH^3 en positions orthosubstituées par rapport au groupement NH^2 se distingue des autres au point de vue des réactions chimiques. En effet, seule cette xylidine 1.3.2 ne donne pas avec CH^3I le sel quaternaire d'ammonium : c'est un cas d'empêchement stérique (Meyer). Nous nous proposons de mettre en évidence de deux manières le comportement particulier de ce corps par le spectre d'absorption infrarouge :

1° Nous avons comparé entre eux les spectres des xylidines isomères en nous plaçant dans une région où le spectre est relativement simple et où l'on observe *simultanément* des bandes caractéristiques de tous les groupements présents : En effet, dans le proche infrarouge qui nous occupe (1) entre 7000 cm^{-1} et 5500 cm^{-1}, on a à la fois les premiers harmoniques de CH aromatique (vers 5860 cm^{-1}), de CH^3 (vers 5700 cm^{-1}), et de NH^2 (vers 6700 cm^{-1}).

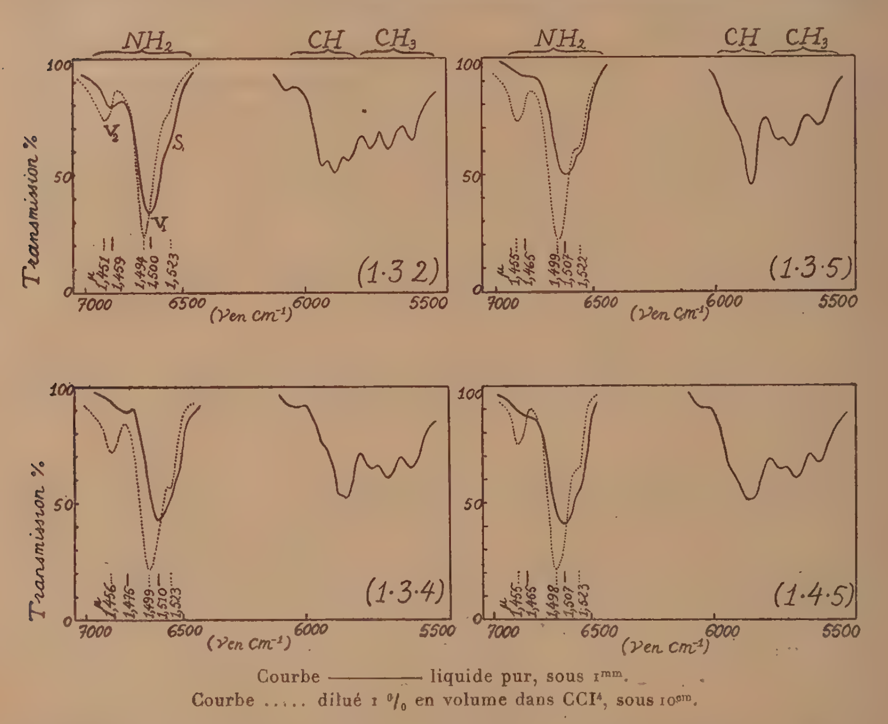
---

(1) *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 1371.

2° D'autre part nous avons suivi les modifications produites dans les spectres par la dilution. On sait en effet qu'un solvant tel que CCl^4 ne change en général les bandes (CH) aromatique et (CH^3), ni en position, ni en intensité, tandis qu'il déplace le groupe de bandes NH^2 (²) vers les hautes fréquences avec variation de l'intensité relative de ces bandes.

En procédant ainsi nous avons pu constater les faits essentiels suivants :

A l'état liquide pur, les quatre isomères représentés dans la figure se



Courbe ———— liquide pur, sous 1mm.
Courbe ..... dilué 1 % en volume dans CCl^4, sous 10cm.

distinguent nettement par l'aspect complexe de la bande (CH) aromatique.

L'isomère 1.3.2 n'a pas conservé l'aspect normal du groupe de bandes (CH^3), tandis que les autres isomères ne font pas exception.

Les bandes (NH^2), dans le cas de la métaxylidine 1.3.2 ont une intensité particulièrement marquée.

(²) Voir notamment M. Freymann, *Ann. de Chimie*, **11**, 1939, p. 11; A. M. Buswell, W. H. Rodebush et M. F. Roy, *Journ. of the Amer. Chem. Soc.*, **60**, 1938, p. 2444.

Quand on dilue les xylidines dans CCl^4, la bande marquée V_1 [la plus intense du groupe (NH^2)] est, pour ce même isomère, la plus déplacée vers les hautes fréquences. C'est ce déplacement qu'on observe déjà à l'état pur lorsqu'on passe de la molécule 1.3.2 aux autres isomères. L'augmentation d'intensité des bandes V_1 et V_2 par dilution est au contraire moins rapide que pour les autres molécules.

Interprétation. — Tous ces faits, variations d'intensité et changements de fréquence, s'expliquent si l'on admet ([3]) qu'il y a association des molécules par la liaison $NH \rightarrow N$ (tout au moins pour une partie des molécules). Nous ne donnons toutefois cette hypothèse que sous réserve de confirmation ultérieure ([4]). En l'admettant, les bandes V_1 et V_2 correspondent au radical NH^2 oscillant librement, par suite aux molécules non associées. Par conséquent, l'intensité et la fréquence de ces bandes indiquent respectivement le nombre et l'état de ces molécules en présence dans le liquide ou dans la solution. La bande S_1 dont l'intensité diminue par dilution serait donc caractéristique des molécules associées. *Le fait que* NH^2 *se situe entre deux radicaux* CH^3 *voisins immédiats* empêche, *en grande partie, une association de cette nature.* Et cette situation privilégiée, probablement à la fois par sa configuration spatiale et par la distribution des charges électriques, amène en même temps une perturbation, comme on l'a vu, sur la vibration de CH^3; celle-ci peut généralement être considérée comme se produisant indépendamment du reste de la molécule.

On remarquera que, dans le cas de la xylidine 1.3.5, le degré d'association par la liaison $NH \rightarrow N$ est au contraire le plus élevé, ce qui est conforme à sa constitution moléculaire réduisant au minimum l'empêchement stérique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les hydrates d'oxyde cuivrique.*

Note de M. **Osias Binder**, présentée par M. Paul Lebeau.

Outre l'hydroxyde cuivrique $(HO)^2Cu$, on considère comme des espèces définies toute une série d'oxydes cuivriques hydratés noirs ou bruns de formule

$$OCu.3OH^2,\quad OCu.2OH^2,\quad OCu.1{,}5OH^2,\quad (OCu.OH^2)^4,$$
$$3OCu.OH^2,\quad 4OCu.OH^2,\quad 6OCu.OH^2,\quad 7OCu.OH^2,\quad 8OCu.OH^2.$$

([3]) Buswell, Rodebush et Roy, *loc. cit.*

([4]) Nous étudierons ailleurs les amines au point de vue de l'association moléculaire.

Ces oxydes hydratés proviennent, soit de l'hydratation de l'oxyde cuivrique préparé par calcination du nitrate ou sulfate cuivrique, soit de la déshydratation de l'hydroxyde bleu de cuivre.

G. Champetier et U.-V. Thuau [1] ont établi, avec l'aide des diagrammes de diffraction de rayons X, que la déshydratation progressive de l'hydroxyde cuivrique à l'étuve à 105° conduit directement à l'oxyde anhydre, sans qu'il soit possible de mettre en évidence l'existence de l'hydrate d'oxyde tétracuivrique.

Les mesures de susceptibilité magnétique spécifiques à 19° ont conduit S. Chaumeton à la même conclusion [2].

D'autre part, L. Losana [3], par l'application de diverses méthodes physicochimiques, a admis l'existence de la plupart des hydrates précédemment décrits; toutefois, l'utilisation de procédés différents n'apporte pas toujours une concordance complète. C'est ainsi que, par déshydratation de l'hydroxyde cuivrique dans un courant d'air sec et à des températures comprises entre 20° et 400°, ou en tenant compte des tensions de dissociation, il caractérise les hydrates :

$$3OCu.OH^2,\quad 4OCu.OH^2,\quad 6OCu.OH^2,\quad 8OCu.OH^2.$$

Par contre, par l'étude de la force électromotrice de la pile :

$$Hg - (HO)^2Cu \mid HOK \text{ normale} \mid Cu \text{ calciné} - Hg$$

en fonction de la température (températures comprises entre 0° et 225°; pour les températures supérieures à 80° l'auteur a opéré sous pression), Losana n'a pu retrouver que les hydrates :

$$3OCu.OH^2,\quad 4OCu.OH^2,\quad 8OCu.OH^2.$$

Ces derniers composés se manifestent également au cours des mesures de dilatation d'un liquide (eau, alcool) dans lequel l'hydrate d'oxyde de cuivre est chauffé.

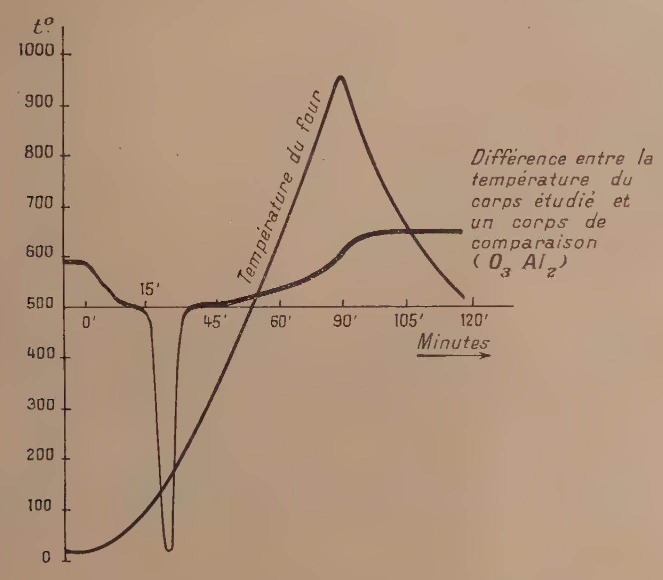
J'ai repris l'étude de l'évolution de la déshydratation de l'hydroxyde cuivrique en cherchant à mettre en évidence les phénomènes endothermiques caractéristiques d'un départ d'eau et à observer les variations de

---

(1) *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 93.
(2) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1104.
(3) *Gaz. Chim. Ital.*, 53, 1923, p. 73.

structure qui en résultent. Pour cela, j'ai employé l'analyse thermique différentielle et les diagrammes de diffraction de rayons X.

La courbe d'analyse thermique différentielle du produit OCu. OH^2 révèle uniquement un seul crochet très accentué, qui coïncide avec la



Courbe d'analyse thermique différentielle du OCu.OH^2.

destruction brusque du réseau cristallin. Aucune autre inflexion n'est visible.

Il n'existe donc, parmi toute la série d'oxydes cuivriques hydratés, qu'un seul composé bien défini, c'est le monohydrate, qui est microcristallisé et stable s'il a été préparé par l'intermédiaire d'un sel basique de cuivre. Il faut éliminer, autant que possible, les traces d'alcalis fixes, car ces derniers forment avec le cuivre des cuprates $[Cu(HO)^4]M^2$ que l'eau ou même l'humidité atmosphérique décompose.

Il est possible d'expliquer les divergences que l'on rencontre dans les conclusions de nombreux mémoires par les remarques suivantes :

a. Le fait bien connu de considérer que l'hydroxyde cuivrique se déshydrate même au sein de l'eau tient à ce qu'il est souillé d'alcalis, car, au chauffage prolongé (72 heures) d'une suspension aqueuse d'hydroxyde cuivrique exempt d'alcali, j'ai constaté qu'il ne se produisait aucune déshy-

dratation. En présence de traces d'alcali, la déshydratation a lieu en donnant des mélanges de plus en plus riches en oxyde cuivrique.

b. L'hydrate précipité à l'état colloïdal contient simultanément de l'eau en partie combinée et de l'eau en partie adsorbée. La méthode classique consistant à déshydrater dans l'air à température fixe une substance dont la grande surface retient des quantités considérables d'eau absorbée ne peut avoir, dans ce cas, aucune signification chimique précise. Elle donne, en effet, un palier correspondant à un poids constant pour chaque expérience réalisée et, par suite, elle conduit à admettre un hydrate pour chaque température de déshydratation choisie. On ne peut donc ainsi décider si l'on se trouve finalement en présence d'un hydrate défini ou seulement d'un corps dont l'eau adsorbée s'élimine très lentement dans les conditions expérimentales choisies.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des organomagnésiens mixtes sur les osazones.* Note de M. **Panos Grammaticakis**, présentée par M. Marcel Delépine.

J'ai montré [1] que les phénylhydrazones des aldéhydes fixent en milieu *éthéré* une molécule d'organomagnésien sur le groupe C = N; alors que, dans les mêmes conditions, les phénylhydrazones des cétones n'en fixent pas.

En étudiant le comportement des osazones vis-à-vis du réactif de Grignard, j'ai constaté que ces substances, qui possèdent les groupes aldophénylhydrazone et cétophénylhydrazone en conjugaison, réagissent avec les organomagnésiens comme les phénylhydrazones des aldéhydes et des cétones. Ainsi, tandis que les cétosazones étudiées ne se condensent pas en milieu *éthéré* avec les organomagnésiens, les aldosazones ou les osazones mixtes [2], par contre, fixent, en général, les magnésiens avec formation de substances de la forme (A) suivant le schéma

$$\mathrm{R.(C^6H^5.NH.N:)C.CH:N.NH.C^6H^5 + R'.MgX}$$
$$\rightarrow \mathrm{R.(C^6H^5.NH.N:)C.CH(R').NH.NH\cdot C^6H^5.}$$
(A).

Les substances de la forme (A) s'oxydent facilement, dans les conditions de leur obtention, en cétosazones.

---

(1) *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 1289; **204**, 1937, p. 503 et 1262.

(2) J'appelle *aldozasones, cétozasones* et *osazones mixtes* les osazones dérivant respectivement d'une α-dialdéhyde, d'une α-dicétone et d'une α-aldéhydecétone.

Je dois noter que, dans le cas des aldosazones, ainsi que dans celui de la phénylhydrazone de l'aldéhyde cinnamique ([3]), la présence d'une double liaison (C=N, C=C), en conjugaison avec celle du groupe C=N de l'aldophénylhydrazone active, en général, la fixation des magnésiens sur le groupe C=N.

Les principaux résultats obtenus au cours de ces recherches sont les suivants :

1° La phénylglyoxal-phénylosazone (préparée avec un Rt quantitatif par chauffage, en milieu alcoolique, de 1^{mol} d'isonitrosoacétophénone et de $2^{mol},2$ de chlorhydrate de phénylhydrazine) traitée par $C^6H^5.Mg.Br$ donne la ω-phényl-ω-phénylhydrazine-acétophénone-phénylhydrazone

$$[C^6H^5.(C^6H^5.NH.N:)C.HC(NH.NH.C^6H^5).C^6H^5;\ P.\ F.\ 124^{\circ}]$$

et en petites quantités la benzil-phénylosazone.

2° La même phénylosazone condensée avec $C^2H^5.MgBr$ fournit la ω-éthyl-ω-phénylhydrazine-acétophénone-phénylhydrazone

$$[C^6H^5.(C^6H^5.NH.N:)C.HC(NH.NH.C^6H^5).C^2H^5;\ P.\ F.\ 123^{\circ}].$$

3° La glyoxal-phénylosazone (I) traitée par $C^6H^5.MgBr$ donne la ω-phényl-ω-phénylhydrazine-acétophénone-phénylhydrazone

$$[C^6H^5.(C^6H^5.NH.N:)C.HC(NH.NH.C^6H^5).C^6H^5;\ P.\ F.:\ 124^{\circ}]$$

(identique au produit obtenu par action de $C^6H^5.MgBr$ sur la phénylglyoxal-phénylosazone), la benzil-phénylosazone (III), la phénylglyoxal-phénylosazone (II) et la phénylhydrazone du benzaldéhyde. On peut représenter la formation de ces produits par le schéma

(I) $C^6H^5.NH.N:CH.HC:N.NH.C^6H^5 \xrightarrow{C^6H^5.MgBr}$

$[C^6H^5.NH.N:CH.HC(NH.NH.C^6H^5).C^6H^5] \xrightarrow{-H^2}$

(II) $C^6H^5.NH.N:CH.C(:N.NH.C^6H^5).C^6H^5 \xrightarrow{C^6H^5.MgBr}$

$C^6H^5.(C^6H^5.NH.NH)CH.C(:N.NH.C^6H^5).C^6H^5 \xrightarrow{-H^2}$

(III) $C^6H^5.(C^6H^5.NH.N:)C.C(:N.NH.C^6H^5).C^6H^5.$

La formation de la phénylhydrazone du benzaldéhyde peut être expli-

---

([3]) La phénylhydrazone de l'aldéhyde cinnamique condensée avec $C^2H^5.MgBr$ donne la β-(α-styryl-propyl)-phénylhydrazine

$$[C^6H^5.CH=CH.(C^2H^5).CH.NH.NH.C^6H^5;\ Éb_{<1} = 185\text{-}187^{\circ}].$$

quée soit par transformation de la glyoxal-phénylosazone en phénylhydrazone de l'aldéhyde formique et action ultérieure de $C^6H^5.MgBr$ ([4]), soit par décomposition de

$$[C^6H^5.(C^6H^5.NH.NH)CH.HC(NH.NH.C^6H^5).C^6H^5]$$

(produit d'addition de $C^6H^5.MgBr$ et de la glyoxal-phénylosazone) en β-benzyl-phénylhydrazine et phénylhydrazone du benzaldéhyde. Dans tous les cas la β-benzylphénylhydrazine s'oxyde facilement en phénylhydrazone du benzaldéhyde.

Remarque. — La phénylglyoxalphénylosazone ne se condense pas avec $CH^3.MgI$ en milieu éthéré.

4° La benzil-phénylosazone ([5]), chauffée en solution *éthérée* pendant 14 heures avec un grand excès d'organomagnésien ($CH^3.MgI$, $C^2H^5.MgBr$ ou $C^6H^5.MgBr$) ne fournit pas de produits d'addition sur le groupe $C=N—$.

Je poursuis l'étude de l'influence des doubles liaisons sur la réactivité du groupe $C=N$ des phénylhydrazones.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un oxalate de narcotine et un phtalate de narcotine obtenus à l'état microcristallin.* Note ([1]) de MM. **Yves Volmar**, **Pierre Duquénois** et **Moses Ellert**, présentée par M. Marc Tiffeneau.

On ne connaît qu'un très petit nombre de sels de narcotine solubles : ils sont difficiles à isoler par suite de leur dissociation en solution aqueuse. Nous avons pu obtenir deux sels cristallisés nouveaux en opérant en milieu alcoolique ou acétonique le phtalate et l'oxalate. Le phtalate de narcotine n'avait pas encore été signalé. L'oxalate entrevu par Hesse ([2]) comme un liquide huileux et lourd, très soluble dans l'eau, n'avait pas été obtenu à l'état cristallisé.

I. *Oxalate de narcotine.* — On l'obtient en mélangeant au mortier des quantités équimoléculaires de *l*-narcotine et d'acide oxalique bihydraté qu'on dissout dans l'acétone. La dissolution est rapide; on frotte les parois

([4]) *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1262.

([5]) La condensation des organomagnésiens mixtes avec la benzil-phénylosazone en milieu éthérotoluénique, donnant, à côté d'autres produits, le benzile, l'aniline, le triphénylosotriazol (et ses dérivés), sera décrite dans une publication ultérieure.

([1]) Séance du 12 juin 1939.

([2]) Hesse, *Lieb. Ann.*, Suppl. 8, 1872, p. 284.

du vase avec un agitateur : il se produit un trouble qui s'accentue peu à peu; une cristallisation massive s'ensuit. On filtre, lave à l'acétone, sèche à l'air puis au dessiccateur.

Ce sel incolore, microcristallin, F. 174°, est soluble dans environ 5 % d'eau en donnant une solution acide et dextrogyre; il est plus soluble dans le chloroforme. En solution aqueuse à 4 %, il a un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D^{20} + 39°,5$; un mélange équimoléculaire d'acide oxalique et de *l*-narcotine à 4 % dans l'eau présente le même pouvoir rotatoire : le sel existe donc en solulion aqueuse, mais ne peut en être obtenu cristallisé par évaporation, la narcotine se déposant la première. En solution à 4 % dans l'alcool à 80° le pouvoir rotatoire est $[\alpha]_D^{20} + 76°,1$. Sa composition correspond à la constitution de l'oxalate acide de narcotique anhydre HOOC—COOH, $C^{22}H^{23}NO^7$:

	Calculé.	Trouvé.
Narcotine	82,12	81,0
Acide oxalique anhydre....	17,87	17,8

La narcotine a été dosée par la méthode générale de G. Bertrand suivant une thechnique légèrement modifiée qui sera publiée prochainement. Après précipitation de la narcotine par l'acide silicotungstique, l'acide oxalique a été dosé dans le filtrat par manganimétrie; il a pu également être titré directement par acidimétrie; les résultats sont identiques dans les deux cas.

II. *Phtalate de narcotine.* — Ce sel s'obtient en dissolvant à chaud dans l'alcool à 95° des quantités équimoléculaires de *l*-narcotine et d'acide oxalique. Par refroidissement et agitation il se forme un volumineux dépôt cristallin qu'on lave à l'alcool et sèche.

Ce sel est incolore; il se présente au microscope en petits prismes maclés, F. 160°, solubles dans 1000 parties d'eau, davantage dans l'alcool, dans le chloroforme (l'acide phtalique y est au contraire insoluble). La solution aqueuse est acide et dextrogyre. En solution chloroformique à 4 %, $[\alpha]_D^{22} + 115°$.

L'analyse montre qu'il s'agit d'un phtalate acide anhydre de formule $C^6H^4(COOH)^2$, $C^{22}H^{23}NO^7$:

	Calculé.	Trouvé.
Narcotine	71,33	71,26
Acide phtalique......	28,66	29,0

CHIMIE ORGANIQUE. — *Déshalogénation de l'iodhydrine du phénylpropénylglycol symétrique et isomérisation de l'oxyde correspondant.* Note de M. **Yves Deux**, présentée par M. Marc Tiffeneau.

Dans des recherches antérieures ([1]) ([2]) ([3]) j'ai entrepris de comparer au point de vue de leurs capacités affinitaires les radicaux phényle et vinyle, ce dernier étant considéré seul ou accompagné, sur le même carbone du radical méthyle ([2]) ou éthyle ([3]). Tandis qu'aucune conclusion n'a pu être formulée à ce point de vue, en ce qui concerne le phényle et le vinyle considérés seuls ([1]) je suis parvenu, dans le cas où le vinyle est associé à un méthyle ou à un éthyle, à conclure que les capacités affinitaires de ces radicaux associés sont plus fortes que celle du phényle.

Il a été constaté en outre que, dans l'addition des acides hypohalogéneux aux carbures diéthyléniques

$$C^6H^5-CH=CH-CH=CH^2\ (^1)\quad \text{et}\quad C^6H^5-CH=C\begin{matrix}\diagup R\\ \diagdown CH=CH^2\end{matrix}\quad \text{pour } R=CH^3 \text{ ou } C^2H^5\ (^2), (^3),$$

la fixation s'effectue sur la liaison éthylénique voisine du C^6H^5.

Dans le présent travail j'ai comparé le phényle au propényle et j'ai été conduit à des résultats analogues à ceux fournis par la comparaison du phényle et du vinyle. J'ai constaté tout d'abord que l'addition de l'acide hypoïodeux sur le phényl-1 pentadiène-1-3 $C^6H^5-CH=CH-CH=CH-CH^3$ s'effectue également sur la liaison éthylénique voisine du C^6H^5; l'influence du phényle l'emporte donc sur celle du méthyle. Il se forme ainsi une iodhydrine que la déshalogénation argentique transforme en un produit aldéhydique par un mécanisme identique, c'est-à-dire par transposition du type hydrobenzoïnique (Ph, phényle et R, propényle)

$$\text{(I)}\qquad Ph-CH=CH-R \xrightarrow{+IOH} PhCHOH-CHI-R\ (^4) \rightarrow CHO-CH(Ph)R.$$

Il s'ensuit que dans le radical propényle R se comporte comme un radical aromatique, puisque lorsque celui-ci est remplacé par un radical aliphatique

---

([1]) Abragam et Deux, *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 285.

([2]) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1017.

([3]) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1090.

([4]) J'ai admis que la capacité affinitaire du phényle est supérieure à celle du propényle et j'ai supposé sans avoir pu le démontrer que la fixation d'iode se fait près du propényle.

aussi bien dans cette iodhydrine que dans son isomère PhCHI—CHOH—R la réaction a lieu non suivant le type hydrobenzoïnique, mais suivant le mode vinylique.

Il en est de même dans l'isomérisation de l'époxyde correspondant qui conduit au même aldéhyde (ou à son isomère par migration de la double liaison)

(II) Ph—CH—O—CH—R → CHO—CH(Ph)CH=CH—CH^3

ou

CHO(Ph)C=CH—C^2H^5.

I. *Déshalogénation argentique de l'iodhydrine du phénylpropénylglycol symétrique.* — Le carbure qui a servi de point de départ, le phényl-1 pentadiène-1-3 (Eb_{14} 110-111°) a été préparé en déshydratant par chauffage avec SO^4H^2 le phényl-1 pentène-2 ol-1 obtenu par action de $BrMgC^2H^5$ sur l'aldéhyde cinnamique. Sur une solution éthéro-aqueuse de ce carbure on fait agir I + HgO; après traitement par le nitrate d'argent on obtient un produit aldéhydique non saturé (Eb_{14} 142-143°) donnant une semicarbazone fusible à 166-167°.

Par hydrogénation catalytique ménagée en présence de nickel de Raney on obtient un aldéhyde saturé qui, par oxydation argentique, fournit l'acide phénylpropylacétique (F. 53°) qu'on a identifié à l'acide obtenu par hydratation du nitrile correspondant résultant de l'action du bromure de propyle sur le cyanure de benzyle monosodé. Il n'a pas encore été possible de décider entre les deux formules

CH^3—CH=CH(C^6H^5)CH—CHO et CH^3—CH^2—CH=C(C^6H^5)CHO;

mais il n'en est pas moins certain que dans cette déshalogénation la structure linéaire devient ramifiée, il y a donc transposition du type hydrobenzoïnique [formule (I)]. L'iodhydrine ci-dessus est donc le phényl-1 iodo-2 pentène-3 ol-1 ou le phényl-1 iodo-1 pentène-3 ol-2. Il s'ensuit que dans l'action de IOH sur le phénylpentadiène, l'addition de IOH a eu lieu sur la double liaison voisine du C^6H^5 et non sur celle voisine du CH^3.

II. *Isomérisation du phényl-*1 *époxy-*1 *pentène-*3. — Cet époxyde a été préparé par action de la potasse sur la chlorhydrine correspondante. Celle-ci a été obtenue en faisant agir une solution aqueuse de chlorurée à 8 %, acidulée par l'acide acétique. Après lavage à l'eau la solution éthérée de la chlorhydrine, séchée avec SO^4Na^2 sec, est agitée avec un très fort excès de potasse sèche pulvérisée, ce qui comporte une résinification partielle du produit. L'époxyde ainsi obtenu bout à 87-89° sous 4^{mm}. On fait passer ses vapeurs sous 20^{mm} sur la terre d'infusoires portée à 250-300°. On obtient alors un produit aldéhydique non saturé ($Éb._{14}$ 143-144°) dont la semicarbazone F. 168° a été identifiée à celle provenant de la déshalogénation ci-dessus. L'isomérisation de l'époxyde s'est donc effectuée de même par transposition du type hydrobenzoïnique [formule (II)].

Conclusions. — 1° L'addition de l'acide hypoïodeux sur le phényl-1 pen-

tadiène-1-3 se fait sur la double liaison voisine du phényle et non sur celle voisine du méthyle; 2° la déshalogénation de l'iodhydrine ainsi obtenue s'effectue avec formation d'un aldéhyde non saturé ramifié, résultant d'une transposition de type hydrobenzoïnique; 3° l'isomérisation de l'époxyde correspondant conduit au même aldéhyde ramifié, formé également par transposition du type hydrobenzoïnique.

LITHOLOGIE. — *La reproduction expérimentale de la structure* cone-in-cone. *Ses conséquences au point de vue de la tectonique.* Note de M. **Marcel E. Denaeyer**, présentée par M. Lucien Cayeux.

La structure *cone-in-cone* s'observe dans des roches de nature variée et d'âges divers. Elle consiste, essentiellement, en une distribution des constituants d'une roche suivant des surfaces coniques emboîtées, simples ou enveloppantes. Cônes élémentaires et cônes enveloppes s'agencent de manière à remplir tout l'espace en formant un double système de cônes alternants. Les surfaces coniques et, principalement, les surfaces enveloppes sont revêtues de films d'*impuretés* (argile, phyllites etc.) agrémentés, ou non, de rides annulaires concentriques. Ces rides se traduisent, en section axiale, par des renflements ou des gradins triangulaires plus ou moins réguliers.

Les auteurs les plus accrédités ont tenté d'expliquer la genèse de cette structure aberrante par l'action de forces de compression [1]. W. A Tarr considère que les cônes ont joué les uns dans les autres et il interprète les films d'*impuretés* et leur structure en gradins comme un dépôt de décalcification d'origine secondaire produit par l'eau circulant sous pression dans les plans de glissement. Cette interprétation, discutable dans le cas des *cone-in-cone* calcaires, n'est certainement pas recevable en ce qui concerne les *cone-in-cone* schisteux, quartzeux et autres, où l'on peut observer les mêmes particularités. Il est probable que cette structure en gradins est en relation directe avec les actions déformantes qui ont déclenché la structure *cone-in-cone*.

Si l'on peut admettre, avec M. L. Cayeux, l'idée générale suivant

---

[1] Cf. les exposés critiques de W. A. Tarr *in* W. H. Twenhoffel, *Treatise on Sedimentation*, Londres, 1932 et de L. Cayeux *in Les Roches sédimentares de France, Roches carbonatées*, Paris, 1935.

laquelle la structure *cone-in-cone* est le résultat d'actions mécaniques, il semble difficile, cependant, de l'attribuer à des forces jouant à la compression. Ces dernières se traduisent par des déformations et des structures bien connues (laminage, mylonitisation, schistosité de pression et de cristallisation, microplissements, plissements ptygmatiques).

Par contre, *tous les caractères de la structure* cone-in-cone *s'accordent avec l'hypothèse d'une traction exercée sur un milieu plus ou moins déformable placé entre des masses plus rigides.*

Afin de mettre cette hypothèse à l'épreuve de l'expérience, j'ai adopté comme matière déformable une pâte faite d'argile plastique et d'eau à laquelle j'ai incorporé de la poudre de mica. Une pelote de cette pâte est comprimée entre deux plaques de verre, puis étirée brusquement ou progressivement, soit à la main, soit avec une petite presse à ressort.

Les résultats ont été les suivants. *Macroscopiquement*, j'ai obtenu, par rupture de la masse étirée, des cônes convexes et des cônes creux rappelant singulièrement les cônes naturels. *Microscopiquement*, l'arrangement en chevrons des lamelles de mica, dans les sections axiales, souligne le caractère doublement conique de la déformation plastique, exactement comme on le voit dans les plaquettes de schistes phylliteux siluriens à structure *cone-in-cone* de la Montagne Noire (Hérault) et de la crête du Condroz (Belgique).

L'absence de cônes-enveloppes et de structure en gradins dans mes essais peut être attribuée, momentanément, à la rapidité de l'expérience qui a lieu en un temps, tandis que les *cone-in-cone* naturels se sont probablement produits en plusieurs temps.

Quoi qu'il en soit, je crois qu'on peut considérer comme acquise l'intervention de forces de traction dans la genèse de la structure *cone-in-cone*.

Reste à interpréter ce résultat sur le plan de la tectonique.

Il implique d'abord une hypothèse subsidiaire, facilement acceptable, celle de l'existence de couches interstratifiées, lenticulaires ou non, demeurées relativement plastiques au sein de roches plus rigides.

Il faut admettre aussi que la formation des *cone-in-cone* correspond à des phases de rémission des pressions. On peut même concevoir qu'un simple gauchissement des couches géologiques ou la formation d'un pli à grand rayon de courbure peut suffire à créer, localement, des conditions favorables à la décompression. D'où l'existence de *cone-in-cone* dans les formations subhorizontales aussi bien que dans les couches redressées.

Si la structure *cone-in-cone* n'est pas plus répandue, c'est, sans doute,

parce que la plupart des roches, entièrement consolidées et trop rigides, ne pouvaient répondre aux sollicitations créées par les détentes que par l'ouverture de joints et de cassures.

GÉOLOGIE. — *Sur le Callovien de la bordure septentrionale du Bassin de Paris.* Note de M. **Antoine Bonte**, présentée par M. Lucien Cayeux.

Le Callovien des Ardennes est caractérisé par la présence fréquente, au sein d'une série marneuse, de lits de nodules rassemblés dans une argile grise; en de nombreux points, l'argile fait place à des amas d'oolithes ferrugineuses.

M. Cayeux ([1]) a signalé les anomalies présentées par les minerais de la région. Les Ammonites de Poix *sont remplies d'un sédiment distinct de la gangue;* par ailleurs, le moulage interne des Ammonites de Montigny-sur-Vence *est constitué par un calcaire gris clair, extrêmement fin, qu'on s'étonne de rencontrer dans un dépôt effectué à proximité de rivages.*

I. Les nodules, toujours différents du sédiment qui les enrobe, sont constitués par un calcaire à grain fin, à oolithes rares disposées en traînées irrégulières; ils répondent généralement à l'analyse du minerai de Montigny-sur-Vence décrit par M. Cayeux.

Les Ammonites, qui forment un élément essentiel des niveaux noduleux, ont un remplissage analogue à la roche des nodules. Elles sont toujours dépourvues de test, plus ou moins usées et encroûtées d'organismes.

Il existe aussi, avec les nodules, des fragments de calcaire marneux pétri d'oolithes ferrugineuses, véritables galets, dont l'origine est différente.

Nodules et galets ne forment pas des couches continues, mais sont rassemblés dans des points privilégiés.

II. Les minerais ont tous une pâte calcaréo-marneuse et le fer ne s'y trouve qu'à l'état oolithique. Suivant l'abondance relative du ciment et le degré d'épigénie des oolithes ferrugineuses, on peut en disttinguer trois types :

a. Minerai de la Besace, Villers-le-Tilleul. — Dans un ciment abondant, les oolithes sont faiblement épigénisées; l'hématisation se réduit parfois à quelques pellicules concentriques.

([1]) *Les minerais de fer oolithique de France,* fasc. II, *Minerais de fer secondaires,* 1922, p. 739 et 741.

b. Minerai de Poix, Maisoncelle. — Il est beaucoup plus riche, en raison de l'augmentation relative du nombre des oolithes et de leur évolution plus poussée.

c. Minerai de la Cense-Godel. — Il est constitué exclusivement de belles oolithes aplaties, complètement hématisées; le ciment est à peu près inexistant.

M. Cayeux a démontré, pour les minerais de Longwy-Briey, le fait remarquable d'arrêt de développement dans l'évolution minéralogique des éléments ferrugineux extraits de leur milieu créateur.

Ici, au contraire, l'hématisation des oolithes se fait par un processus physico-chimique, sur lequel j'aurai l'occasion de revenir, qui n'implique pas d'arrêt définitif dans l'épigénie; les matériaux, oolithes ou pseudoolithes, dégagés et remis en circulation peuvent dès lors reprendre leur évolution interrompue par la sédimentation. Il s'agit donc toujours du même sédiment, dont la richesse est conditionnée par le nombre de reprises.

A l'appui de cette assertion je puis apporter plusieurs faits :

1° L'épigénie des oolithes est d'autant plus poussée que les minerais sont plus élevés dans la série étudiée.

2° L'évolution minéralogique est parallèle à la concentration mécanique du minerai; la richesse en fer augmente ainsi de deux façons : par l'hématisation des oolithes et par la disparition du ciment.

3° Enfin les galets de minerai dans les niveaux ferrugineux n'existent que vers l'Ouest; il est intéressant de constater que c'est également dans cette direction que les oolithes ferrugineuses montent le plus haut dans la série; c'est aussi vers l'Ouest, que la richesse du minerai atteint son maximum.

Les argiles et marnes, qui représentent la sédimentation normale du Callovien en dehors des épisodes conglomératiques, étant mises à part, on peut, des observations précédentes, conclure à l'existence de trois sédiments différents :

1° un calcaire à grain très fin, peu oolithique, de caractère profond; il constitue les nodules et le remplissage des Ammonites;

2° des minerais calcaréo-marneux de types variés;

3° des argiles à nodules qui renferment, remaniés, des éléments des sédiments précédents.

Les Ammonites, n'étant pas en place, ne peuvent pas dater l'argile à nodules; leur ensemble cependant, assez homogène, correspond au *Proplanulitan* de Buckman et les formes du groupe de *Proplanulites Kœnigi* et *Gowericeras Goweri* y sont abondantes.

A côté de ces formes communes, on a cité, à diverses reprises (Wohlgemuth), des Ammonites de la zone à *R. anceps* et je me crois en droit de les utiliser pour limiter inférieurement l'âge des niveaux remaniés;

ainsi les formations calloviennes des Ardennes seraient à ranger dans la partie supérieure de l'étage.

Dans ces conditions, si l'on reporte dans le Bathonien, comme le font les Anglais pour leur *Macrocephalitan*, la zone à *M. Macrocephalus*, dont la faune se trouve déjà dans les calcaires du Bathonien supérieur, on peut encore distinguer deux zones dans le Callovien :

1° *Zone à P. Kœnigi et à G. Gowveri*, qui n'existe pas en bordure du Bassin, où la lacune est marquée par une discontinuité dans la sédimentation.

2° *Zone à R. anceps*, qui correspond aux argiles à nodules et aux minerais.

En conséquence, dans les Ardennes et en Haute-Marne, les minerais calloviens sont sensiblement de même âge, le fait se produit d'ailleurs de façon assez générale et il semble que la base du Callovien (au sens du *Proplanulitan*) ne soit conservée dans nos régions qu'exceptionnellement et à l'état d'îlots épars.

GÉOLOGIE. — *La structure du bord sud de la Cordillère cantabrique en Léon et les mouvements orogéniques qu'elle révèle.* Note de M. **Pierre Comte**, présentée par M. Lucien Cayeux.

La bordure Sud de la Cordillère cantabrique en Léon est jalonnée par d'importants bassins houillers d'âge stéphanien : bassin de Sabero, bassin de Matallana [1], bassin de la Magdalena, et plus à l'Ouest, celui de Villablino dont il ne sera pas question dans la présente Note. Le Stéphanien est formé de schistes et de grès avec lits de houille parfois très épais; il débute en général par un conglomérat ou une brèche. J'ai récemment donné ici l'esquisse de la tectonique du socle antéstéphanien qui a été très fortement plissé au cours de l'orogénèse asturienne [2]. Entre ce socle et le Stéphanien la discordance est totale.

Les bassins sont allongés en direction Est-Ouest. Leur structure peut se schématiser ainsi : plis isoclinaux dont l'amplitude s'accroît vers l'extérieur

---

(1) Ces bassins ont été étudiés autrefois par L. Mallada (*Bol. com. mapa geol. España*, **14**, 1887, p. 173-207; **30**, 1903, p. 1-65). Citons pour mémoire également J. Revilla, *Riqueza minera de la provincia de Léon*, Madrid, 1906, p. 18-103; R. de Urrutia, *Bol. inst. geol. España*, **43**, 3, 1922, p. 219-231.

(2) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1660.

de la chaîne, plans axiaux des plis souvent inclinés vers le Sud, sauf dans une partie des bassins de Sabero et de la Magdalena où l'inclinaison est inverse. Tous ces bassins sont limités au Sud par une faille.

Les bassins de Sabero et de Matallana appartiennent à une même unité, mais un ennoyage de Crétacé les sépare depuis la région de Ranedo jusqu'à celle de Las Bodas et de la Llama. La même faille les limite au Sud et met en contact le Houiller stéphanien avec le Dévonien moyen et inférieur; elle accuse généralement un pendage Sud. Cette faille, qui présente dans les formations primaires un rejet considérable, est à peu près insensible dans les terrains crétacés.

Les actions tranversales que révèle en particulier le rebroussement des écailles du socle antéstéphanien près de Nocedo-de-Curueño ([3]), ont intéressé toute la partie Est du bassin de Matallana; la faille-limite a été elle-même déformée. Les terrains crétacés ont aussi accusé ces actions, mais à un moindre degré.

Ce Crétacé est transgressif et débute par du Cénomanien, du Turonien ou du Sénonien inférieur, il affleure en bordure de la Chaîne au long d'une dépression périphérique. A la limite des affleurements primaires il est souvent vertical; près de la Magdalena et en quelques autres points, il est même renversé. Dans la région à l'Est de Boñar il est moins redressé, mais plus à l'Est encore, son renversement devient général ainsi que l'a montré R. Ciry ([3]). Lorsque le Crétacé recouvre le Stéphanien, comme à l'Ouest du bassin de Sabero, il est toujours moins plissé que lui, mais les directions respectives de leurs plis sont voisines. Cette remarque ne saurait cependant s'étendre à tous les bassins stéphaniens de la Cordillère.

Les observations qui viennent d'être brièvement résumées, jointes à celles qui se rapportent à la disposition des terrains antéstéphaniens, conduisent aux conclusions suivantes quant aux mouvements orogéniques qui ont agi sur cette partie de la Cordillère.

L'orogénèse principale date de la fin du Westphalien (mouvements *asturiens* de H. Stille). L'arc hercynien si manifeste en Galice, dans les Asturies et en Léon date de cette époque; sa concavité est tournée vers l'Est et le Nord-Est. Les poussées, dirigées en gros vers la concavité de l'arc, ont donné lieu dans la région qui nous occupe à une structure en

---

([3]) *C. R. somm. Soc. géol. France*, 1936, III, p. 39; *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 987.

écailles avec chevauchements vers l'intérieur de la chaîne. Cette chaîne hercynienne a été ensuite profondément érodée et en partie transformée en pénéplaine avant le dépôt du Stéphanien.

Depuis le Stéphanien jusqu'au Cénomanien, la majeure partie de la région occidentale de la chaîne a subi une émersion à peu près continue. Des mouvements d'âge peut-être permien et bien distincts des précédents, se sont produits au cours de cette émersion. Il est parfois difficile de faire la part de ces mouvements et des mouvements pyrénéens, d'autant plus qu'ils semblent l'un et l'autre avoir fréquemment agi dans le même sens. Néanmoins, il est certain que la faille qui limite au Sud les bassins de Sabero et de Matallana, et une part notable des plis enregistrés par les bassins stéphaniens, sont *antécénomaniens*.

La disposition des couches de la bande crétacée du Nord du Léon montre que dans cette région, comme dans celle d'Oviedo (Asturies) et dans la partie orientale de la Cordillère, les mouvements *pyrénéens* se sont traduits par une poussée d'ensemble vers le Sud; elle révèle aussi que des actions transversales, fortement accusées par les terrains primaires, se sont exercées au cours de ces mouvements.

Les mouvements pyrénéens ont donc agi dans le Nord du Léon en sens inverse des mouvements asturiens, on doit leur attribuer en partie le plissement des couches houillères stéphaniennes et le renversement des écailles du socle.

La compression dans le sens méridien produite par les mouvements pyrénéens a évidemment diminué la largeur qu'occupaient primitivement les terrains inclus dans la Chaîne et elle a nécessairement resserré l'arc hercynien initial, augmentant sa courbure. En relation avec le resserrement de l'arc, des tensions obliques par rapport à la poussée principale ont dû prendre naissance. Les actions transversales, qui ont entraîné des coudes et des rebroussements dans les écailles, s'expliquent vraisemblablement ainsi et sans qu'on ait à faire appel à d'autres forces que celles qui résultent d'une poussée d'ensemble vers le Sud sur une ancienne structure.

MÉTÉOROLOGIE. — *Étude de la diffusion turbulente d'un jet par la mesure de la concentration du radon.* Note [1] de M^lle **Juliette Roquet**, présentée par M. Charles Maurain.

Pour étudier la diffusion d'un jet, due à sa turbulence, on dispose d'un certain nombre de méthodes se réduisant toutes à la mesure d'une grandeur physique diffusée. Ainsi ont été imaginées les méthodes basées sur la diffusion de fumée, de chaleur, de bulles de savon, etc. (G. I. Taylor, Simmons, Kampé de Fériet, Blanc).

La grandeur à diffuser est introduite en un certain point du jet, on mesure la teneur du jet en cette grandeur, en un point quelconque situé en aval.

Nous avions pensé obtenir des indications plus précises en utilisant comme grandeur diffusée par le jet un gaz radioactif quelconque, car la mesure de la concentration peut se faire à grandes distances du point d'injection et par des méthodes électrométriques bien connues.

La grandeur choisie est le radon provenant d'une source de radium de 2,07 millicuries entourée d'un écran de plomb protecteur. Un courant d'air de débit constant balaye cette source, entraînant l'émanation à mesure qu'elle se forme. Le jet ainsi chargé de radon est dirigé vers le point d'injection à travers un tube métallique à extrémité effilée.

A une certaine distance d en aval de l'orifice de sortie du jet et à une certaine hauteur x de l'axe de ce jet, on place une sonde à ionisation. Cette sonde est un condensateur cylindrique de 1^{m} de longueur. L'armature intérieure est un fil de 2^{mm} de diamètre tendu entre deux rondelles d'ambre. L'armature extérieure est constituée de 16 fils équidistants de $0^{mm},2$ de diamètre disposés suivant les génératrices d'un cylindre de 12^{mm} de diamètre.

La longueur du condensateur a été choisie grande et les diamètres faibles par rapport à la section moyenne du jet afin de pouvoir appliquer correctement les formules de turbulence.

La capacité est inférieure à $100^{cm}/\log(12/2) = 57^{cm}$.

Entre les armatures intérieure et extérieure existe une différence de potentiel de -400 volts. Les particules α émises par le radon produisent une certaine ionisation de l'air. Les ions positifs sont partiellement

---

(1) Séance du 22 mai 1938.

recueillis par l'électrode centrale de la sonde reliée à la grille d'une lampe triode électromètre Philips type 4060. Ces ions donnent un courant i qui, à travers une résistance White R, s'écoule vers la terre. Il en résulte une différence de potentiel $\Delta V g = R i$ à la grille de la lampe électromètre.

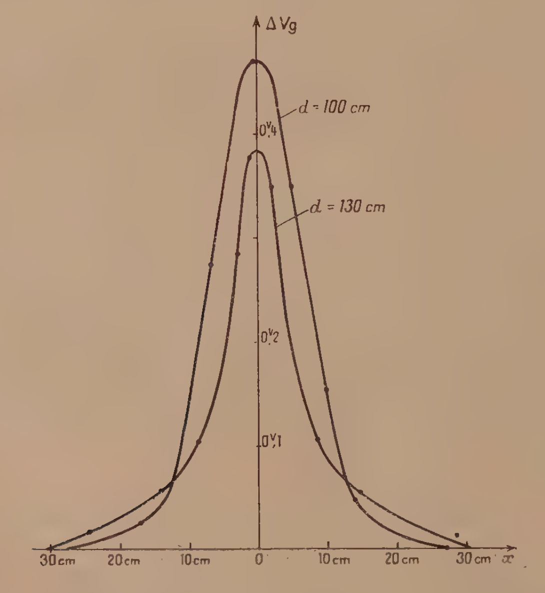
La source de radium étant de 2,07 millicuries, le nombre de paires d'ions formés par seconde est de $5{,}2 . 10^7$ auquel correspond, au cas où tous les ions positifs seraient captés, le courant $i = 8{,}3 . 10^{-12}$ ampères.

Suivant que l'on veut mesurer la turbulence moyenne ou la turbulence à un instant donné, on utilise une résistance $R = 8{,}99 . 10^{11}$ ohms à laquelle correspond un temps de réponse de 100 secondes de l'appareil ou une résistance $R = 1{,}2 . 1 . 10^{10}$ ohms à laquelle correspond un temps de réponse d'une seconde.

Le montage de la lampe utilisée est celui décrit par M. A. Rogozinski ([2]).

L'appareil est soigneusement blindé contre les parasites d'origine électrique.

Plusieurs séries de courbes ont été tracées, représentant les variations du potentiel-grille en fonction de x pour diverses valeurs de d.



La figure représente deux courbes pour deux valeurs différentes de d.

([2]) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 427.

Toutes ces courbes sont de la forme représentative de la fonction

$$V_g = A(d)\, e^{-K^2 x^2},$$

x_1 désignant l'abscisse correspondant à la valeur A/2 de l'ordonnée, on a

$$k = \frac{\text{const.}}{x_1}.$$

k est appelé *coefficient de diffusion du jet* et peut donc être déduit des courbes expérimentales.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Sur les variations diurnes du courant électrique vertical, de la mobilité des ions et de la charge spatiale de l'air à l'Observatoire géophysique de Chambon-la-Forêt.* Note de Mme **Odette Thellier**, présentée par M. Charles Maurain.

J'ai résumé (¹) quelques-uns des résultats des mesures d'électricité atmosphérique que j'avais effectuées à l'Observatoire de Chambon-la-Forêt de juin à novembre 1938 et en février 1939; chaque mesure comprenait, en particulier, les déterminations des conductibilités positive λ_+ et négative λ_-, et des nombres par centimètre cube d'air des petits ions n_+, n_- et des gros ions N_+, N_-. Les 27 journées pendant lesquelles les mesures ont été faites le jour et la nuit de 4 heures en 4 heures permettent encore l'étude des variations diurnes du courant électrique vertical, de la mobilité des ions et de la charge spatiale de l'air atmosphérique. J'ai calculé ces trois grandeurs pour chacune des mesures de ces journées; les valeurs obtenues conduisent aux résultats suivants :

Courant électrique vertical. — C'est le courant d'intensité $i = F\lambda$ créé par le champ électrique F dans l'air de conductibilité $\lambda = \lambda_+ + \lambda_-$. Les valeurs de F proviennent des enregistrements régulièrement effectués à l'Observatoire; elles m'ont été communiquées, avec l'autorisation de M. Ch. Maurain, par M. Salles. Le champ électrique, et par conséquent le courant électrique vertical peuvent être étudiés soit sur l'ensemble des valeurs (positives et négatives), soit sur les valeurs positives seulement (²). L'étude sur valeurs algébriques peut se faire seulement avec de très

(¹) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1167.

(²) Voir Ch. Maurain, *Annales de l'Inst. de Phys. du Globe*, Paris, 7, 1929, p. 121.

longues séries de mesures; ici, j'ai éliminé toutes les journées ayant présenté des valeurs négatives du champ; finalement, 16 journées de mesures de la période de juin à octobre inclus ont donné par moyenne la variation diurne de i du tableau suivant. Ce tableau contient en même temps les variations diurnes moyennes de la conductibilité totale et du champ électrique calculées pour les mêmes journées.

	1h.	5h.	9h.	13h.	17h.	21h.
$\lambda . 10^4$ u.e.s.	4,23	3,82	2,35	2,57	3,41	4,59
F volt par m.	39	49	100	82	73	48
$i . 10^7$ u.e.s.	4,8	5,0	7,6	6,8	7,8	6,9

Le courant vertical subit donc une variation diurne nette; ses valeurs sont supérieures à la moyenne pendant le jour de 7h à 22h environ; le minimum est étalé entre 1h et 5h. L'amplitude relative de la variation du courant vertical est 0,23 seulement, tandis que celle de la conductibilité et du champ électrique sont respectivement 0,32 et 0,47; cette réduction d'amplitude vient de ce que les marches diurnes de la conductibilité et du champ sont en gros inverses. On retrouve ainsi, pour la variation diurne de i, un fait analogue à celui qui a été établi par M. Ch. Maurain pour la variation annuelle ([3]).

Mobilité des ions. — Ces mobilités k_+ et k_- sont déterminées à partir des valeurs des conductibilités et des nombres de petits ions ([4]). La variation diurne moyenne établie avec les 22 journées de mesures des cinq mois de juin à octobre est la suivante :

	1h.	5h.	9h.	13h.	17h.	21h.
k_+ en cm/sec par volt/cm...	1,95	1,94	1,70	1,71	1,80	1,81
k_- » »	2,26	2,46	2,27	2,24	2,25	2,17

La mobilité des petits ions de chaque signe présente donc, pour la période considérée, une variation diurne dont l'amplitude relative, 0,1 environ, est faible. Les valeurs supérieures à la moyenne se trouveraient plutôt à la fin de la nuit. La mobilité des petits ions positifs est toujours inférieure à celle des ions négatifs le rapport k_+/k_- étant 0,80.

Pour le mois de février 1939 (5 jours de mesure) k_+ et k_- présenteraient un maximum à 21h et le rapport k_+/k_- est 0,82.

([3]) Ch. Maurain, *Terrestrial Magnetism*, 37, 1932, p. 351 et *Annales de l'I. P. G.*, Paris, 17, 1939, p. 49.

([4]) Ch. Maurain et E. Salles, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 723.

Charge spatiale de l'air. — C'est la charge correspondant à la différence entre le nombre total d'ions positifs $N_+ + n_+$, et le nombre total d'ions négatifs $N_- + n_-$ contenus dans 1^{cm^3} d'air. Pour les six mois de mesure, la variation diurne est la suivante :

	1h.	5h.	9h.	13h.	17h.	21h.
Charge spatiale (en nombre de charges élémentaires)...	150	40	—10	75	175	190

La charge spatiale serait donc pratiquement toujours positive et présenterait un minimum dans la matinée et un maximum dans la soirée; mais dans une telle détermination, par différence de deux quantités voisines, l'erreur relative peut devenir assez grande, et les nombres obtenus doivent être considérés comme un peu incertains.

MYCOLOGIE. — *Cultures monospermes d'*Agaricus campestris *var. cultivée.* Note de M. **André Sarazin**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

La culture du Champignon de couche, actuellement, se pratique ainsi : les spores sont prélevées sur le Champignon aseptiquement et mises à germer sur moût de bière gélosé. Après germination, le mycélium obtenu est multiplié en culture pure par ensemencement dans du fumier stérilisé contenu dans des vases appropriés. C'est seulement avec ce fumier envahi par le mycélium, formant l'enchevêtrement de cordons mycéliens intriqués dans les pailles du milieu appelé vulgairement blanc de champignon, que les cultivateurs de champignons ensemencent dans les champignonnières les couches de fumier spécialement préparé, couches sur lesquelles ils récolteront les carpophores au moment de la fructification.

Normalement, le mycélium utilisé provient de la germination de toute une sporée; il était donc intéressant de réaliser des cultures monospores. Certaines avaient été effectuées en 1929 par Lambert (1) aux États-Unis, mais la méthode employée par cet auteur ne nous paraît pas donner toute sécurité sur l'origine strictement monospore des cultures. En effet, les spores du Champignon de couche ne germent que si elles se trouvent placées très près les unes des autres et Lambert opérait en prélevant direc-

(1) *Mycologia*, **21**, 1929, p. 333-335.

tement sous le microscope les spores germées en dilution sur boîte de Pétri. Du fait de la petitesse des spores, il est dans de telles conditions incertain que l'on ait des cultures rigoureusement monospermes, aussi avons-nous cru devoir reprendre la question en opérant avec un micromanipulateur.

Nous avons prélevé dans une sporée en germination, des spores ayant poussé un petit tube germinatif à l'aide du micromanipulateur de de Fonbrune et nous les avons portées séparément en chambres humides de Van Tieghem. Les tubes germinatifs se sont développés en mycélium normaux, mais chacun de vigueur différente que nous avons utilisés pour ensemencer une partie des couches de nos cultures de champignons. Le reste de la sporée a servi à la culture du mycélium ensemençant les couches témoins. Deux mois écoulés, laps de temps nécessaire à l'envahissement des couches par le mycélium, celui-ci a fructifié. La culture monospore la plus vigoureuse a produit des carpophores avec huit jours d'avance sur le témoin et les productions des autres cultures monospores se sont succédées dans l'ordre même des vigueurs des souches, vigueurs que nous avions contrôlées dès la poussée des tubes germinatifs. La variété cultivée était une variété blanche à chapeau largement étalé et pied trapu, mais, par suite d'une culture intensive en champignonnière et de nombreuses reproductions successives, cette dernière avait perdu ces caractères pour ne plus donner qu'un champignon à pied long et à chapeau globuleux. Un fait très intéressant c'est que

Photo 1.

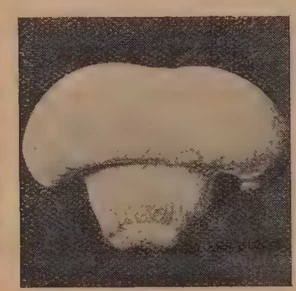


Photo 2.

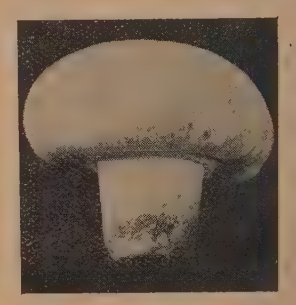


Photo 3.

le témoin a bien produit des carpophores de cette dernière forme (photo 1) mais que toutes les cultures monospores très vigoureuses ont donné des champignons où nous retrouvons les caractères primitifs de la variété (photos 2, 3) chapeau et pied larges. Les souches monospermes

peu vigoureuses, lentes à végéter ont produit des champignons se rapprochant de ceux du témoin. Une objection peut être faite. N'y a-t-il pas eu infection des couches par spores étrangères puisque nous n'opérions pas en culture pure. Cette objection doit être repoussée.

Nous n'avons jamais observé en champignonnière la germination des spores dans le fumier fermenté tel qu'il est utilisé comme milieu de végétation et de fructification du Champignon de couche. Une sporée abandonnée sur celui-ci ne donne pas lieu à un développement. Une couche témoin, non ensemencée, n'a d'ailleurs été envahie par aucun développement mycélien.

Les premiers carpophores sortent aux endroits mêmes où ont été placés les fragments de blanc de Champignon servant à l'ensemencement des couches et pour une même souche les différents lots de carpophores présentaient des caractères identiques.

Ainsi, par des cultures rigoureusement monospermes, nous avons établi la possibilité d'opérer chez *Agaricus campestris* var. cultivée, une véritable sélection dans chacune des variétés cultivées. *Agaricus campestris* var. cultivée est une espèce homothallique. De son cycle évolutif, nous ne connaissons actuellement que deux faits : il y a caryogamie dans la baside; la spore reçoit à sa formation deux noyaux haploïdes de paires différentes semble-t-il. Ces derniers s'y divisent simultanément une fois. Le dicaryon débute-t-il dès la spore? Seule une étude cytologique du mycélium nous permettra peut-être de résoudre cette question.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Domaine de stabilité de la symbiose lichénique. L'énantiohygrie.* Note de M. **Raymond Dughi**, présentée par M. Pierre-Augustin Dangeard

La plupart des Lichens traversent, au cours de leur existence, des phases alternées de siccité et d'imbibition, assez bien connues maintenant grâce à l'observation et à diverses recherches expérimentales. Pendant les *phases d'anhydrobiose*, la teneur en eau du Lichen n'est qu'une faible fraction de sa capacité maxima, et elle suit d'une manière très amortie les fluctuations de l'état hygrométrique de l'air. Les *phases d'hydrobiose*, presque toujours causées par l'absorption d'eau liquide (pluies, accessoirement rosée ou brouillard), comprennent deux périodes, qu'on a mal distinguées l'une de l'autre jusqu'ici : 1° une *période de saturation* et même de délavage du thalle,

aussi longue que les précipitations (l'absorption de l'eau liquide est très rapide), et qui se maintient plus ou moins après la pluie suivant les conditions locales; 2° une *période d'évaporation*, dont la durée, très variable, dépend de l'état hygrométrique, de la température, du vent, de l'énantioxérancie du Lichen, et principalement de l'eau retenue par le substratum, sujette aussi à l'évaporation, mais de masse relativement grande. Dans cette seconde période, au cours de laquelle la perte d'eau est d'abord rapide puis plus lente, se situe l'*imbibition optima* pour les échanges gazeux du Lichen, qui de plus reçoit alors de son substratum des solutions nutritives plus riches.

Selon les climats, les microclimats et les conditions stationnelles, ces phases et ces périodes obéissent à des rythmes fort différents quant à la fréquence et à la durée relative de chacune d'elles.

Nous avons vu précédemment [1] que la résistance des Lichens à des phases d'anhydrobiose de fréquence et de durée croissantes est variable suivant les espèces, dont elle permet d'interpréter la distribution vers des climats de plus en plus secs. Inversement, il y avait lieu de se demander quel rôle jouent, dans la stabilité des complexes lichéniques et dans la distribution des espèces vers des climats de plus en plus humides, des phases d'hydrobiose de fréquence et de durée croissantes. Pour cela, ici encore, nous nous sommes adressé à une centaine d'espèces d'aires très vastes, peu influencées directement par le régime thermique, qui furent suivies, en Provence, chacune sur un substratum de même nature, des lieux les plus secs aux lieux les plus humides de cette région, et, pour un même lieu, dans des stations de plus en plus aptes à retenir l'eau météorique. Ces recherches nous ont conduit aux conclusions générales suivantes :

1° Comme le suggéraient déjà les anciennes expériences de Famintzin et Boranetzky sur le *Xanthoria parietina*, l'*Evernia furfuracea*, un *Cladonia* sp., et les observations d'autres auteurs sur l'action nocive d'une trop grande humidité ou de la submersion (10 jours d'humectation continue détruisent les hyphes du *X. parietina*), *tous les Lichens que nous avons étudiés s'altèrent, se dissocient, puis meurent entièrement sous l'action d'une saturation trop prolongée de leur thalle :* tantôt la libération de la gonidie est précédée par un déséquilibre croissant entre les constituants du corps lichénique, tantôt par la mort préalable du Champignon. Chez

---

(1) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 379.

les Collémacées, une fonte partielle de la gelée gonidiale libère les trichomes du *Nostoc*.

2° La résistance du complexe lichénique à la saturation aqueuse ou *énantiohygrie* est *très inégale selon les espèces*, qui peuvent être rangées en séries d'énantiohygrie croissante et comparées, dans un dessein de généralisation, à des espèces de large répartition choisies comme parangons : il y a tous les degrés, des espèces *méditerranéennes* aux espèces *atlantiques* ou mêmes des espèces *désertiques* aux espèces aquatiques.

3° Pour vivre activement, tous les Lichens ont besoin d'être imprégnés d'une assez grande proportion d'eau. Il s'ensuit la *nécessité de distinguer, dans les phases d'hydrobiose d'une espèce déterminée, entre les périodes de saturation et les périodes d'évaporation :* par leur fréquence et leur durée, les premières limitent, selon son degré d'énantiohygrie, l'extension de l'espèce vers les climats humides; par leurs modalités, leur fréquence et leur durée, les secondes déterminent certaines formes stationnelles et, conjointement avec la température, la vitesse de croissance des individus.

4° *A une forte énantioxérie ne correspond pas toujours une énantiohygrie faible et réciproquement.* — On peut citer à cet égard : la plupart des Lichens *banaux*, communs à des régions de régimes pluviométriques très différents (énantioxérie et énantiohygrie fortes toutes deux); les Lichens des substratums secs sous les climats humides (énantioxérie faible, énantiohygrie assez faible); les Lichens *aérophiles* ou *aérohygrophiles*, qui évitent au mieux l'action directe de la pluie, utilisant de préférence la rosée et les brouillards (énantioxérie faible, énantiohygrie faible); les Lichens des points de suintement sous les climats secs (énantioxérie forte, énantiohygrie forte), etc.

En conclusion, nous ne croyons pas possible de classer les Lichens sous le rapport de l'eau par la seule considération de leurs « affinités » pour des degrés croissants d'humidité. Une classification écologique rationnelle devra faire intervenir la résistance des espèces à la sécheresse et leur résistance à l'humidité.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Étude de la répartition des alcools de la série grasse entre le milieu extérieur et l'eau des tissus d'animaux aquatiques. Poids moléculaire et tensioactivité.* Note (¹) de MM. **Raymond Jacquot** et **Alexandre Lindenberg**, présentée par M. Jacques Duclaux.

Les travaux de M. Nicloux et de ses élèves ont mis en lumière les modalités de la diffusion de l'alcool éthylique : chez les poissons d'eau douce, il n'y a jamais égalité de répartition de cet alcool entre le milieu extérieur et l'eau des tissus. « La teneur en alcool, rapportée à l'eau des tissus, n'est pas égale à la tenenr en alcool de l'eau du milieu extérieur, elle lui est inférieure. Tout se passe comme si une partie de l'eau tissulaire, 12 à 14 %, était imperméable à cette substance, cependant extrêmement difffusible » (Nicloux).

Nous nous sommes demandé si le phénomène observé par Nicloux se retrouvait avec d'autres alcools et si cette « eau imperméable » se révélait de valeur constante. En conséquence nous avons déterminé systématiquement, pour tous les composés alcooliques de la série grasse suffisamment solubles dans l'eau, la valeur numérique du rapport

$$\frac{\text{Teneur en alcool de l'eau des tissus}}{\text{Teneur en alcool de l'eau extérieure}} = \frac{B}{A}.$$

Les résultats se rapportent à trois téléostéens, *Gobio fluviatilis*, *Gasterosteus leiurus*, *Blennius pholis* (le dernier étant un poisson de mer parfaitement euryhalin), expérimentés dans un aquarium d'eau douce préalablement oxygénée et possédant un titre alcoolique assez faible pour n'être pas toxique. Dans tous les cas nous avons vérifié que la durée de l'expérience assurait largement l'équilibre de répartition. Le tableau suivant résume les moyennes de nos déterminations.

	Coefficient de répartition.		
Alcool	Goujons.	Blennies.	Épinoches.
méthylique	0,94	0,91	—
éthylique	0,86	0,86	0,87
isopropylique	0,79	0,82	0,83
propylique	0,865	0,87	0,87
butylique tertiaire	0,78	—	—
butylique secondaire	0,87	—	—
isobutylique	0,925	0,94	—
butylique N	0,91	0,93	0,925
amylique tertiaire	0,88	0,87	—
isoamylique	0,99	1,03	—

(¹) Séance du 12 juin 1939.

On voit que le coefficient de répartition varie selon l'alcool utilisé. Par contre, quelle que soit l'espèce animale expérimentée, il demeure presque constant pour un alcool donné.

Nous pouvons tirer de ces expériences les conclusions suivantes :

Pour les trois premiers alcools (méthylique, éthylique, isopropylique), miscibles à l'eau en toutes proportions et très peu solubles dans les lipides, le rapport de répartition varie en raison inverse du poids moléculaire. Il n'atteint jamais l'unité, mais s'en rapproche d'autant plus que le poids moléculaire de l'alcool diffusant est plus petit.

Pour l'alcool propylique et les alcools des séries butylique et amylique, malgré l'augmentation du poids muléculaire, non seulement la valeur du coefficient ne baisse plus, mais au contraire elle s'accroît et devient égale à l'unité dans le cas de l'alcool isoamylique. Ce phénomène semble résulter d'une plus grande tensioactivité des substances diffusantes, tensioactivité qui dépend elle-même de la concentration des groupements hydrophiles et hydrophobes. On sait en effet que les corps qui diminuent le plus la tension superficielle de l'eau sont aussi ceux que la cellule absorbe le plus facilement. C'est le cas des alcools envisagés, qui, dans le tableau, sont disposés par ordre croissant de poids moléculaire et de tensioactivité. Il est évident que le facteur poids moléculaire ne cesse pas de jouer dans la répartition de ces alcools; mais son rôle qui tendrait à abaisser la valeur du rapport est contre-balancé par la tensioactivité et cela d'autant plus que le poids moléculaire est plus élevé. Ainsi l'alcool propylique normal présente un rapport B/A supérieur à celui de l'alcool isopropylique et de même ordre que celui de l'alcool éthylique, tandis que le coefficient de répartition de l'alcool isoamylique atteint l'unité malgré le poids moléculaire notablement accru.

Une plus grande tensioactivité s'accompagne nécessairement d'un accroissement de la liposolubilité. Mais on ne saurait uniquement invoquer la liposolubilité pour expliquer nos résultats. D'une part le rapport de répartition ne varie pas parallèlement aux coefficients de partage huile-eau déterminés *in vitro*. D'autre part il demeure pratiquement constant pour un même alcool, malgré le taux lipidique très variable des Poissons expérimentés : chez un Goujon dont la teneur en lipides est de $2^g,8$ % frais, le coefficient de répartition de l'alcool propylique est égal à 0,84; chez un autre qui renferme 1,4 de graisses, on trouve un rapport égal à 0,85.

En résumé, la répartition d'un alcool entre le milieu extérieur et les tissus des Poissons *d'eau douce* est en partie déterminée par les deux

facteurs suivants : la grandeur du poids moléculaire qui seule règle la valeur du coefficient de répartition pour les trois premiers alcools, la tensio-activité qui prédomine pour les alcools plus élevés et masque alors l'influence du poids moléculaire. On voit par là même que le phénomène observé par M. Nicloux avec l'alcool éthylique ne représente qu'un cas isolé. Les différences, que nous avons observées, ne permettent pas de considérer la notion *d'eau tissulaire imperméable*, émise par cet auteur, comme une propriété biologique à caractère constant.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Variations de la teneur en glutathion réduit de quelques tissus du pigeon sous l'influence de l'avitaminose B totale et du déséquilibre alimentaire glucidique aigu*. Note [1] de M. **Raoul Lecoq** et Mme **Éliane Flender**, présentée par M. Emmanuel Leclainche.

Nous avons utilisé 5 lots comprenant chacun 5 pigeons adultes de 350g environ, et recevant le 1er lot un régime varié naturel (mélange de graines) et les 4 autres 20g de régimes artificiels variés donnés par gavage et dont la composition centésimale était la suivante : caséine purifiée, 6; fibrine purifiée, 5; ovalbumine purifiée, 5; glucide pur, 66; graisse de beurre, 4; mélange salin d'Osborne et Mendel, 4; agar-agar, 8; papier filtre, 2; la source de glucides étant le glucose pur pour les 2e et 3e lots, et le galactose pur pour les 4e et 5e lots. Les sujets des 2e, 4e et 5e lots recevaient, en outre quotidiennement, 4g de levure de bière desséchée. Le régime à 66 % de glucose non additionné de levure permet l'obtention de crises polynévritiques, dues à l'avitaminose B totale, qui surviennent entre le 10e et le 17e jour. Avec le régime à 66 % de galactose, les accidents polynévritiques sont dus au déséquilibre glucidique aigu et apparaissent entre le 2e et le 4e jour.

Les animaux des 3 premiers lots ont été tués systématiquement du 11e au 17e jour; ceux du 4e lot au 4e jour et ceux du 5e lot au 6e jour, par section de l'encéphale. Très rapidement ensuite, on prélevait 4g de muscles abdominaux, 4g de foie, ainsi que la totalité des reins, de la rate, du cœur et du cerveau, qui, après pesée, étaient triturés avec du sable de mer lavé et de l'acide trichloracétique à 5 %. Cette extraction étant renouvelée plusieurs fois après centrifugation, le dosage du gluthation réduit a été effectué selon la méthode de Mentzer [2].

---

[1] Séance du 12 juin 1939.

[2] C. Mentzer, *Journ. Pharm. et Chim.*, 8e série, 27, 1938, p. 145.

Glutathion en milligrammes pour 100g de tissu frais.

Numéro du pigeon.	Durée de l'expérience.	Muscle.	Foie.	Rate.	Rein.	Cœur.	Cerveau.
1er *lot* (sujets pris à la volière). — Régime varié, mélange de graines *ad libitum*.							
5183......	–	54,6	107	227	145	78	51
5185......	–	55,4	167,1	249,6	168,6	62,7	58,2
5186......	–	60,6	103,9	214,4	110	45	72,4
5187......	–	41,9	129,1	113,3	112,1	36,8	67,8
5188......	–	62,5	105,2	140	100,2	68,5	68,1
Moyennes......		**55**	**122,4**	**188,8**	**127**	**58,2**	**63,5**
2e *lot*. — 20g de régime à 66 % de glucose + 4g levure (régime artificiel complet).							
5195......	12 j.	40	124	253	137,4	54	87
5242......	12	46,5	137,6	202,5	108,7	44,3	69,3
5179......	12	28	150,3	300	109	57,8	96,3
5203......	12	63,4	110	150	106,3	74,2	59,4
5213......	12	31,9	150,6	148,8	160,2	81,4	95,8
Moyennes......		**41,9**	**134,5**	**210,8**	**120,3**	**62,3**	**81,7**
3e *lot*. — 20g de régime à 66 % de glucose (avitaminose B).							
5181......	12 j.	43	111,1	450	65,1	31,5	80,1
5182......	12	51	124	400	162,7	53	81
5219......	11	33,2	118,9	487,7	96	32,4	74,7
5220......	17	52,1	157,5	350	133,5	54	55,3
5241......	12	49,9	103,6	361,1	100	43,4	57,8
Moyennes......		**45**	**123**	**389,7**	**111,4**	**42,8**	**69,8**
4e *lot*. — 20g de régime à 66 % de galactose + 4g levure (déséquilibre glucidique).							
5190......	4 j.	47,3	107,9	295,4	134,1	55,3	55,4
5189......	4	48,1	108	308	160,7	52,3	57,4
5217......	4	30,7	129,8	400	106,6	42,9	70,8
5218......	4	41,5	103,2	380	151,3	74,5	65,9
5227......	4	43,2	109,7	320	127,2	36,5	70,8
Moyennes......		**42,1**	**111,7**	**340,6**	**135,9**	**54,3**	**64**
5e *lot*. — 20g de régime à 66 % de galactose + 4g levure (déséquilibre glucidique).							
5194......	6 j.	41	134	400	102,1	42,7	34,3
5196......	6	29,9	123,3	480	132,6	48,3	44,4
5204......	6	56,4	137,8	357,1	101,4	49,6	79,9
5243......	6	35,5	181,6	311,1	159,1	68,5	76,8
5244......	6	56,3	183,7	400	101,3	54,8	79,6
Moyennes......		**43,8**	**152,1**	**389,6**	**119,3**	**52,8**	**63**

Nous avons groupé dans le tableau ci-dessus l'ensemble des chiffres et les moyennes représentant la teneur en glutathion réduit des tissus frais des pigeons soumis aux régimes précédemment mentionnés, en milligrammes pour 100^g.

Interprétation des résultats et conclusions. — *a.* Une chute du taux de glutathion dans le muscle s'observe entre le régime varié naturel et les divers régimes synthétiques; elle confirme les résultats obtenus par Mme Randoin et Fabre, mais ne saurait être attribuée à l'avitaminose B, pas plus qu'au déséquilibre. *b.* L'avitaminose B et le déséquilibre glucidique aigu entraînent une augmentation très nette du taux de glutathion dans la rate, celle-ci s'accompagnant d'une importante atrophie de cet organe et d'une élimination accrue de pigments biliaires. *c.* On note, par ailleurs, quelques différences du taux de glutathion : légèrement augmenté dans le cerveau des pigeons soumis au régime artificiel complet et dans le foie des pigeons au 6e jour du déséquilibre glucidique, légèrement diminué dans le cœur des pigeons en avitaminose B.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la diffusion du molybdène chez les végétaux.* Note de M. **Didier Bertrand**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

En 1900 Demarçay (1), faisant l'étude spectrale des cendres de divers bois, a reconnu en particulier du molybdène. Il a exprimé toutefois des réserves sur l'origine réelle de cet élément et pensé qu'il pouvait provenir d'impuretés des réactifs ou de poussières.

Cornec en 1919, Forjas en 1929, puis en 1931, Dongwald, Kibbin et Beans en 1934, enfin Konishi et Tsuge en 1936 ont signalé, aussi par la méthode spectrale, du molybdène dans quelques plantes.

H. ter Meulen (2) en 1931, reprenant le travail de Jorissen, qui avait trouvé du molybdène dans divers charbons belges, s'est demandé si ce molybdène provenait des roches ou des végétaux transformés ultérieurement en houille. Grâce à une méthode chimique, il a trouvé de 0,01 à $0^{mg},6$ de Mo par kilogramme dans plusieurs substances végétales fraîches et jusqu'à 5^{mg} dans certaines graines.

Le travail de H. ter Meulen, seul travail analytique de quelque étendue, ne porte pas sur les végétaux en général et ne se rapporte qu'aux poids frais des échantillons: or, ces poids sont très variables avec les circonstances de la récolte et ne permettent de faire que des comparaisons insuffisantes. En outre, la méthode employée par ce

---

(1) *Comptes rendus*, 130, 1900, p. 91.

(2) *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas*, 50, 1931, p. 491 et 51, 1932, p. 549; M. ter Meulen et H. J. Ravenswaay, *Proc. Kon. Akad. Weten. Amsterdam*, 38, 1935, p. 7.

savant est assez longue et pénible et présente l'inconvénient d'exiger, outre des prises d'essai importantes (de 1 à plusieurs kilogrammes), de grandes quantités de réactifs augmentant les risques d'erreurs.

J'ai cherché et trouvé une méthode plus sensible. Cette méthode est basée sur la séparation préalable du Mo par le sel ammoniacal de la nitrosophénylhydroxylamine (cupferron), puis sur la transformation du métal en sulfure par l'hydrogène sulfuré, enfin sur le dosage colorimétrique de ce sulfure à l'aide d'un électrophotomètre. Cette méthode permet de doser jusqu'à la limite inférieure $0^{mg},002$ de Mo dans 100^{g} de matière sèche ([3]).

Résultats. — Les échantillons végétaux ont été choisis aussi propres que possible et lavés avec soin quand il y avait lieu. Les racines, difficiles à nettoyer convenablement, ont été éliminées.

	Mo trouvé en mg/kg		
	frais.	sec.	cendres.
Cryptogames.			
Fougère à l'aigle	0,17	0,54	8
Pelvetia caniculata	0,2	0,62	3
Uva latissima	0,15	0,7	2
Fucus vesiculosus	0,14	0,96	–
Chanterelle	0,07	1	18
Trilchoma saponaceum	0,14	1,5	10
Phanérogames, plantes à la floraison.			
Carotte sauvage	0,15	0,68	6
Sarrazin	0,16	0,8	8,7
Maïs	0,12	1	10
Iris germanique	0,13	1	14
Chélidoine	0,23	1,3	8,6
Betterave	0,24	1,5	7,8
Plantain long	0,54	1,8	16
Mauve	0,3	2,4	12,4
Cresson	0,1	2,8	10
Morelle noire	0,4	2,9	21,8
Trèfle rouge	1	3,8	49
Haricot vert	0,46	3,8	23
Sinapis arvensis	0,5	4	21
Luzerne	1	4,3	35
Fève	0,54	4,5	41

([3]) Les détails et les indications bibliographiques seront données dans une autre Publication.

Feuilles.	Mg au kg : sec.
Cèdre, Poireau, Poirier	0,19 à 0,28
Lierre, *Abies pinsapo*, Sapin pectiné, Vigne	0,3 à 0,38
Noisetier, Figuier, Châtaigner	0,5 à 0,57
Pin, Wellingtonia	0,6
Laurier sauce, Fusain du Japon, Épinard, Mâche	0,8 à 1,8
Scarole (feuilles vertes), Chou (feuilles vertes), Pêcher	2,3 à 2,8
Organes divers.	
Oranges, Groseilles, Haricots verts (gousses)	0,19 à 2,4
Ail	2,3
Fraises cultivées	3
Graines.	
Avoine	0,35
Betterave à sucre, Plantain psyllium	0,56 à 0,58
Sainfoin, Vesce commune, Soja, Haricot blanc, Pois chiche, Fève	0,86 à 1,7
Pois, Trèfle violet, Lupin blanc, Mélilot de Sibérie	3,2 à 7,6

Conclusions. — Les parties aériennes de plantes fleuries contiennent de $0^{mg},54$ à $4^{mg},5$ de Mo au kilogramme de matière sèche; les Crucifères et les Légumineuses sont particulièrement riches. Parmi les organes fructifères, la fraise présente une teneur assez élevée, résultat en accord avec ceux qui ont été obtenus à propos d'autres oligoélements. Les graines des Légumineuses contiennent relativement beaucoup de Mo. Dans la graine de fève, le germe s'est montré relativement très riche, avec 53^{mg} de Mo au kilogramme sec, contre 2^{mg} pour l'ensemble des cotylédons et des téguments.

MICROBIOLOGIE. — *Sur quelques essais négatifs de rétablir l'action pathogène des souches L de* Bact. typhi-murium. Note [1] de MM. **Baruch Samuel Levin** et **Leo Olitzki**, présentée par M. Charles Achard.

Comme suite à notre travail [2] sur la perte du pouvoir pathogène du *B. typhi-murium* après 230 passages quotidiens en bouillon lécithiné, nous avons cherché si cette souche apathogène (que nous appellerons L) pouvait récupérer sa virulence.

---

(1) Séance du 12 juin 1939.

(2) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1172.

Nous désignerons les souches atténuées par le système 4 L 300/*aé*, indiquant le 300ᵉ passage en bouillon lécithiné à 4 % en aérobiose. Le dénominateur *an* indiquerait des passages en anaérobiose et le dénominateur *ex* le passage en bouillon préalablement délipoïdisé.

Expérience I *a*. — Cinq couches L de *Bact. typhi-murium* du 260ᵉ passage sont 80 fois subcultivées en bouillon sans lécithine. Cinq groupes de 10 souris, répartis en 5 cages, reçoivent pendant 30 jours comme seule boisson 2^{cm^3},5 d'une culture en bouillon dans 7^{cm^3},5 de lait pasteurisé, provenant de la 50ᵉ et 80ᵉ subculture des cinq souches L 260 en bouillon ordinaire.

Expérience I *b*. — Cinq groupes de 10 souris sont infectés dans les mêmes conditions avec le 260ᵉ passage des souches L en bouillon lécithiné, maintenues pendant 50 jours en piqûre profonde en gélose à 40° C. Ces souris servent comme témoins pour la comparaison de la mortalité.

Expérience I *c*. — Trois groupes des 10 souris témoins sont infectés dans les mêmes conditions avec une culture de la *souche mère*, à partir de laquelle les passages dans le milieu lécithiné ont été effectuées.

Résultats. — La survie moyenne des souris témoins (I*c*) est de 16,2; 19,2 et 20,7 jours. Après 9,8 jours, 50 % des animaux témoins ont succombé. Par contre aucun des animaux infectés avec des souches L (I*b*) ou avec des souches L subcultivées en bouillon ordinaire (I*a*) ne meurt ni ne paraît malade.

Résultats de l'examen bactériologique
15 jours après la dernière administration des bactéries.

	I*a*. Animaux infectés avec des souches L (260ᵉ passage) +50 à 88 passages en bouillon.			I*b*. Animaux infectés avec des souches L (260ᵉ passage).		
Souche.	Culture du sang positive.	Culture du foie et de la rate positive.	Animaux stériles.	Culture du sang positive.	Culture du foie et de la rate positive.	Animaux stériles.
0,2 L 260/*aé*	0/10	1/10	9/10	0/10	2/10	8/10
0,2 L 260/*an*	0/10	2/10	8/10	0/10	2/10	8/10
1 L 260/*aé*	0/10	4/10	6/10	0/10	3/10	7/10
4 L 260/*aé*	0/10	2/10	8/10	0/10	0/10	10/10
5 L 260/*ex*	0/10	2/10	8/10	0/10	2/10	8/10
Résultats d'ensemble.	0/50	11/50	39/50	0/50	9/50	41/50*
I*c*. Souche mère.						
Témoin	30/30 morts; survie moyenne 18,6 jours.					

* Le numérateur indique, suivant le cas, le nombre des animaux morts, infectés ou stériles. Le dénominateur indique le nombre des animaux mis en expérience.

En comparant les deux parties du tableau (I*a* et I*b*) on constate que la perte de la virulence est sensiblement du même ordre.

Expérience II. — Deux groupes de 2 souris sont infectés par voie buccale pendant 3 jours consécutifs avec une culture de 24 heures en bouillon provenant d'une souche 0,2 L 342/*an*. Pendant ces 3 jours elles n'ont comme boisson que la culture susmentionnée, diluée dans trois fois son volume d'eau. Sept jours plus tard les animaux sont sacrifiés et des morceaux de la rate et du cœur sont déposés dans des tubes contenant du bouillon. Après une incubation de brève durée on étale la culture sur le milieu de Mc Conkey et l'on vérifie la pureté des colonies par l'examen microscopique et l'agglutination. A partir du milieu de Mc Conkey on fait une culture en bouillon et l'on infecte de nouveau deux groupes de 2 souris dans les mêmes conditions d'expérience. Ce procédé est douze fois répété.

Pour vérifier si l'action pathogène de la souche L est augmentée par les passages dans des animaux susceptibles, on infecte deux groupes de 25 souris par voie buccale avec la souche 0,2 L 342/*an* après son douzième passage dans les souris. Ces deux groupes reçoivent pendant 50 jours consécutifs 2^{cm^3},5 d'une culture de 24 heures diluée dans 7^{cm^3},5 de lait pasteurisé. Vingt souris témoins sont infectées dans les mêmes conditions avec des cultures provenant de la *souche mère*.

Résultats. — Tous les animaux, infectés avec la souche 0,2 L 342/*an*, ayant subi 12 passages dans des souris sont en vie après 50 jours. Trente jours plus tard on les sacrifie. La culture reste négative chez tous ces animaux. Par contre, toutes les souris témoins sont mortes, la survie moyenne n'était que de 15,9 jours.

Expérience III. — Vingt souris femelles sont infectées pendant une semaine avec la souche 0,2 L 372/*aé*, diluée dans trois fois son volume d'eau, par voie buccale. On transporte ensuite ces souris dans une cage neuve et l'on fait entrer dans celle-ci tous les 3 jours des femelles avec leurs portées de jeunes, âgées de quelques jours seulement. En tout, 180 souris jeunes sont ajoutées pendant 60 jours.

Résultats. — Aucun des animaux ne meurt d'une mort spécifique. Les immigrants, très bien accueillis par les inhabitants de la cage, se développent bien. L'examen bactériologique, fait au bout des 60 jours, montre que tous les animaux sont stériles.

L'évidence de ces expériences suggère qu'il est extrêmement difficile, sinon impossible, de faire récupérer l'action pathogène à des souches L de *Bact. typhi-murium*, devenues apathogènes en administration buccale après culture prolongée dans le bouillon lécithiné.

MICROBIOLOGIE. — *Une nouvelle fièvre récurrente humaine découverte dans la région de Babylone (Irak).* Note [1] de M. **Émile Brumpt**, présentée par M. Gustave Roussy.

De 1925 à 1930, une très grave épidémie de fièvre récurrente à poux a ravagé certaines peuplades de l'Afrique Équatoriale, où des pèlerins se rendant en Arabie l'avait répandue. Les premiers cas avaient été observés au Sénégal, chez des travailleurs qui auraient contracté leur infection en Syrie.

Au cours d'un voyage dans le proche-Orient, pendant l'été 1937, nous avons effectué une enquête sur l'existence de la fièvre récurrente à poux en Syrie. Nos confrères militaires et civils nous ont dit n'avoir jamais observé d'épidémie de cette maladie pendant la Grande Guerre, ni depuis cette époque. Il est donc possible que les cas importés au Sénégal soient de provenance balkanique.

Par contre, il nous a été signalé à Damas, à Beyrouth et à Palmyre, l'existence de cas, rares d'ailleurs, confirmés par des examens de laboratoire, de fièvre récurrente sporadique, observés chez les soldats méharistes qui patrouillent dans la région. Ces cas isolés, devaient avoir pour origine la piqûre de quelque ornithodore.

Nos recherches d'ornithodores dans les terriers de gerboises, de gerbilles et de divers autres rongeurs du Désert ont été infructueuses aux environs de Palmyre. Nous avons été plus heureux dans les ruines de Kish, dans la région de Babylone, où nous avons eu la bonne fortune de récolter trois nymphes d'*Ornithodorus asperus* dans un terrier profond, qui devait avoir été creusé par un rongeur de taille moyenne.

En faisant piquer des cobayes par les adultes issus de ces nymphes, nous avons constaté que les deux mâles étaient infectés et que la femelle était indemne, ce qui nous a permis d'avoir un élevage *neuf*, extrêmement précieux pour l'étude du rôle vicariant de cette espèce dans la transmission de divers spirochètes, et de faciliter l'identification de souches nouvelles par le xénodiagnostic.

Identification du spirochète de Babylone. — Les caractères morphologiques du spirochète de Babylone n'ont rien de particulier, et il est

(1) Séance du 12 juin 1939.

impossible de distinguer ce germe de ceux des autres fièvres récurrentes.

En examinant successivement ses divers caractères biologiques, en particulier le pouvoir infectieux pour l'homme et les animaux de laboratoire, en effectuant diverses épreuves d'immunité croisée et en étudiant surtout la transmission par la piqûre de différentes espèces d'ornithodores, nous avons pu établir l'individualité de ce parasite, que nous nommerons *Spirochæta babylonensis*.

Par son action sur le cobaye, chez lequel il détermine une fièvre récurrente à rechutes, avec de nombreux parasites dans le sang, ce nouveau spirochète se rapproche du *Spirochæta hispanica* du bassin méditerranéen, transmis par *Ornithodorus erraticus* (= *marocanus*), et du *Spirochæta persica* de l'Asie Centrale et de Palestine, transmis par *Ornithodorus tholozani* (= *papillipes*). Des expériences d'immunité croisée nous ont permis d'établir que le spirochète de Babylone se comporte comme une espèce particulière, et cette première impression a été bientôt confirmée par nos expériences de xénodiagnostic. Nous avons ainsi constaté qu'*O. tholozani*, vecteur habituel de *S. persica*, et qu'*O. erraticus*, vecteur naturel de *S. hispanica*, ne peuvent transmettre, même en grand nombre, le spirochète de Babylone, alors que ce dernier parasite est inoculé à l'homme ou aux mammifères réceptifs par la piqûre d'un seul exemplaire d'*O. asperus*.

En effet, quatre expériences effectuées par piqûre de nombreux *O. erraticus* neufs, nourris sur un cobaye à spirochète de Babylone quelques mois plus tôt, ont été négatives, ainsi que deux expériences faites par inoculation de broyat, alors que cet ornithodore s'infecte dans 100 % des cas avec le *S. hispanica*. Les cobayes se sont montrés réceptifs ultérieurement au *S. babylonensis*.

D'autre part, en utilisant des *O. tholozani* (= *papillipes*) neufs, nourris sur un cobaye à spirochète de Babylone quelques mois plus tôt, trois expériences par piqûre et trois expériences par broyat ont été négatives. Or, cet ornithodore s'infecte avec *S. persica* dans 100 % des cas. Les cobayes éprouvés ultérieurement avec le *S. babylonensis* étaient réceptifs comme les témoins.

L'expérience inverse, qui consiste à étudier le rôle vicariant d'*O. asperus* dans la transmission de *S. persica* et de *S. hispanica*, sera entreprise dès que l'élevage de ce nouvel ornithodore sera suffisamment prospère pour fournir un matériel d'étude abondant. Si cet acarien se montre incapable de transmettre ces deux espèces de spirochètes, ce sera un argument de

plus en faveur de la validité de la nouvelle espèce, mais, dans le cas contraire, l'efficacité d'*O. asperus* établira simplement que, par le plus grand des hasards et en raison de tropismes particuliers, ces spirochètes se sont dirigés vers les glandes salivaires du vecteur et ont pu être inoculés par lui au moment de la piqûre.

Au cours de nombreuses expériences sur ce sujet, dont nous poursuivons l'étude depuis plus de 30 ans, nous avons pu constater d'autres faits du même genre. C'est ainsi que *O. turicata*, qui n'existe qu'en Amérique et ne transmet dans la nature que *Spirochæta turicatæ*, est un vecteur vicariant expérimental très efficace du *S. babylonensis;* que l'*O. nicollei* des terres chaudes du Mexique, qui n'est jamais infecté dans la nature et ne transmet pas *Spirochæta turicatæ* d'Amérique est un vecteur vicariant parfait pour *S. duttoni* et *S. persica*, qu'il a même transmis, dans un cas, trois ans après son infection expérimentale (Exp. 148/XXIII); enfin, que *O. coriaceus*, incapable de transmettre au Mexique, son pays d'origne, *Spirochæta turicatæ*, transmet parfois *Spirochæta persica* de l'Asie Centrale.

Ces quelques observations, auxquelles nous pourrions en ajouter d'autres, montrent que la distribution géographique des maladies parasitaires est encore loin d'être définitive et que, dans des pays très éloignés les uns des autres, il existe des êtres susceptibles de devenir des vecteurs vicariants extrêmement efficaces, dès que des réservoirs de virus viendront à leur contact.

IMMUNOLOGIE. — *Présence d'un facteur neutralisant dans la lésion cutanée provoquée par l'inoculation intradermique de virus vaccinal.* Note de MM. **Jean Vieuchange** et **Federico Galli**, présentée par M. Louis Martin.

Au cours de recherches sur les extraits d'organes normaux et d'organes infectés par le virus vaccinal, nous avons été conduits à présumer l'existence d'anticorps neutralisants dans les papules dermiques en évolution, ainsi que dans le cerveau des animaux atteints d'encéphalite vaccinale.

Il nous a semblé que la notion de la présence d'un *facteur neutralisant* au niveau même du point d'inoculation du virus, pendant les premiers jours d'évolution de la lésion, permettrait d'élucider certains points, encore obscurs, du mécanisme de l'immunité, et, en particulier, la tendance constante à guérir que manifeste la lésion vaccinale cutanée.

Pour contrôler l'exactitude de notre hypothèse, nous avons institué une série d'expériences, dont nous exposons ici les principaux résultats.

Nous nous sommes proposé de déceler, d'une part, la présence d'un facteur neutralisant dans la papule dermique et de préciser le moment de son apparition. D'autre part, nous avons recherché, au cours de l'évolution de la lésion locale, la présence de ce même facteur neutralisant, dans le sérum, dans les territoires cutanés apparemment indemnes (peau voisine de la lésion, peau du flanc opposé), dans les ganglions lymphatiques correspondants et aussi dans la rate.

Pour effectuer ces recherches, nous avons utilisé des lapins sacrifiés les 2e, 3e et 4e jours après l'inoculation intradermique de virus vaccinal.

Technique. — Tous les extraits d'organes ont été préparés dans les mêmes conditions, c'est-à-dire finement fragmentés aux ciseaux, triturés au mortier, suspendus dans l'eau physiologique à un taux constant (1 p. 4) et filtrés sur bougies Chamberland L 3. Les sérums ont été filtrés sans être préalablement dilués. Le pouvoir neutralisant des différents échantillons a été titré par injection intradermique au lapin, de deux séries de mélanges, à parties égales, de virus frais à un taux fixe (série à 1 p. 10000 et série à 1 p. 100000) et d'extraits d'organes (ou de sérums) à trois concentrations différentes (pur, 1 p. 2, 1 p. 4). Les mélanges ont séjourné 3 heures à la température du laboratoire, avant l'inoculation.

Résultats. — Nous avons confirmé notre première observation. En effet, tous les extraits que nous avons préparés, à partir des lésions dermiques, ont manifesté régulièrement un pouvoir neutralisant très net à l'égard du virus vaccinal.

Les essais effectués avec les extraits d'organes nous ont permis d'observer les différences suivantes dans le taux du pouvoir neutralisant :

Peau voisine de la papule.....	+ + (au 4e jour)
Peau du flanc opposé........	+
Ganglions lymphatiques......	+ +
Rate......................	±

Les échantillons de sérum filtré, examinés au cours de l'évolution de l'infection, n'ont jamais présenté de pouvoir neutralisant, à une exception près, se comportant exactement, en cela, comme ceux qui avaient été prélevés avant l'injection de virus.

Nous nous sommes demandé si le facteur neutralisant dont nous avons pu déceler la présence dans les lésions dermiques vaccinales, avait un caractère spécifique. Nous avons recherché si l'extrait d'un foyer inflam-

matoire quelconque possédait un pouvoir semblable à l'égard du virus vaccinal, et si un virus différent de la vaccine pouvait être neutralisé par l'extrait de la papule cutanée vaccinale. Les deux expériences que nous avons réalisées à cet effet, nous ont montré, d'une part, que l'extrait de la lésion provoquée par l'inoculation intradermique au lapin, d'une culture pure de bacille pyocyanique, ne contient aucun facteur capable de neutraliser, à un degré quelconque, le neurovaccin; et, d'autre part, que l'extrait de la papule dermique vaccinale est sans action sur le virus grippal inoculé par voie nasale à la souris.

Conclusions. — Un *facteur neutralisant* se trouve régulièrement présent dans la lésion cutanée consécutive à l'inoculation intradermique de virus vaccinal. Il peut être mis en évidence d'une façon très précoce (dès le 2e jour de l'infection) et il accompagne les diverses phases de l'évolution de la lésion cutanée. Il y a coïncidence, en ce point, du processus infectieux et du facteur immunitaire. L'apparition de ce facteur précède, de beaucoup, celle des anticorps circulants qui, ainsi qu'on pouvait le prévoir, étaient, dans nos expériences, ou bien complètement absents, ou exceptionnellement décelables en quantité minime, au 4e jour de l'infection. Cette première étude du pouvoir neutralisant de l'extrait de la papule dermique vaccinale permet de conclure qu'il s'agit d'un facteur spécifique comparable, dans son mode d'action, aux anticorps circulants, et d'inférer que, probablement, ceux-ci prendraient, en partie, naissance dans la lésion locale développée au niveau du point d'inoculation.

La recherche de ce même facteur dans les autres régions cutanées (y compris la zone immédiatement voisine de la lésion) et dans les ganglions lymphatiques, a donné des résultats incomparablement inférieurs à ceux qui ont été obtenus avec le foyer inflammatoire. Dans la rate, il existait encore moins d'anticorps neutralisants que dans la peau située à distance du point d'inoculation. Ces variations quantitatives paraissent parallèles à celles que l'on observe dans la multiplication et la migration du virus à partir du point d'inoculation.

La séance est levée à 16h.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances d'avril 1939.

Un problème : La diffusion des progrès de la médecine, par Ph. Dally et Ch. Claoué. Extrait de *La Presse médicale*, n° 96 du 30 novembre 1938. Paris, Masson et C^ie, 1938; 1 fasc. 21^cm.

Les paraffinomes, par Ch. Claoué et L. Chwatt. Paris, Éditions N. Maloine, 1939; 1 vol. 25^cm,5.

Uréogenèse et Métabolisme de l'azote purique chez les végétaux, par Richard Fosse. Paris, Gauthier-Villars, 1939; 1 vol. 24^cm.

Groupement français pour le développement des recherches aéronautiques (G. R. A.). *Note périodique sur la documentation aéronautique technique française et étrangère*, n° 1. Fiches 1 à 168. Paris, 1939; 1 vol. polygraphié 30^cm (présenté par M. É. Jouguet).

Berichte der Geologischen Kommission und der Geotechnischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft über das Jahr 1936 et 1937. Berne, Buchdruckerei Büchler et C^ie, 1937-1938; 2 fasc. 23^cm.

Commission géologique de la Société helvétique des sciences naturelles. *Atlas géologique de la Suisse* 1/25000^e. Feuille 396, *Grindelwald*. Notice explicative, par H. Günzler-Seiffert et R. Wyss. Berne, In Kommissions-Verlag bei A. Francke A. G., 1938; 1 fasc. 22^cm (en langue allemande) et une carte géologique 100^cm×65^cm.

Commission géologique de la Société helvétique des sciences naturelles. *Atlas géologique de la Suisse* 1/25000^e. Feuilles 449 *Dardagny*, 449 bis *Chancy*, 450 *Vernier*, 450 bis *Bernex*. Notice explicative, par Édouard Paréjas. Berne, A. Francke S. A., 1938; 1 fasc. 21^cm,5 et une carte géologique 100^cm×65^cm.

Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz. Neue Folge, 74. Lieferung. *Geologie der Engelhörner, der Aareschlucht und der Kalkkeile bei Innertkirchen*, par Franz Müller. Berne, A. Francke A. G., 1938; 1 vol. 32^cm,5.

Id. Neue Folge, 75. Lieferung. *Geologie der Gegend von Schangnau im oberen Emmental ein Beitrag zur Stratigraphie und Tektonik der subalpinen Molasse und des Alpenrandes*, par Heinrich Haus. Berne, A. Francke A. G., 1937; 1 vol. 32^cm,5.

Id. Neue Folge, 76. Lieferung. I. *Die Anwendung der Photogrammetrie bei geologischen Kartierungen*. II. *Zur Tektonik des St. Galler Oberlandes und der Glarneralpen*, par Robert Helbling. Berne, A. Francke A. G., 1938; 1 vol. 32^cm,5.

Reale Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti. *La Via Claudia Augusta Altinate*. Venezia, Officine Grafiche Carlo Ferrari, 1938-XVI E. F.; 1 vol. 31^cm,5.

Tables d'intégrales des différentielles usuelles précédées des règles fondamentales de différentiation et d'intégration et suivies d'exercices et d'applications, par HECTOR PÉCHEUX. Paris, Dunod, 1939; 1 vol. 21^{cm}.

La condanna di Galileo ed il trionfo di Einstein, par GAETANO IVALDI. Extrait de la Revue *La Chimica*. Roma, Societa anonima Poligrafica Italiana, 1938-XVI; 1 fasc. 21^{cm},5.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES DE MAI 1939.

Bibliothèque de philosophie scientifique. *Atomes, radioactivité, transmutations*, par MAURICE DE BROGLIE. Paris, Flammarion, 1939; 1 vol. 19^{cm},5.

Mémoires du Muséum national d'histoire naturelle. Nouvelle série. Tome X. Fascicule V. *Les Orchidées de la région malgache (variation, biologie et distribution)*, par HENRI PERRIER DE LA BÂTHIE. Paris, Éditions du Muséum, 1939; 1 vol. 27^{cm},5.

Biogéographie des Palmiers de la région malgache, par HENRI PERRIER DE LA BÂTHIE. Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France*. Tome LXXXV. Paris, Au siège de la Société, 1938; 1 fasc. 24^{cm}.

Un nouveau genre malgache de Cæsalpiniacées, par HENRI PERRIER DE LA BÂTHIE. Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France*. Tome LXXXV. Paris, Au siège de la Société, 1938; 1 fasc. 24^{cm}.

Le Chamois, par MARCEL A. J. COUTURIER. Grenoble, B. Arthaud, 1938; 1 vol. 25^{cm},5 (présenté par M. L. Bouvier).

Œuvres de Pasteur. Tome VII. *Mélanges scientifiques et littéraires. Index analytique et synthétique de l'œuvre de Pasteur*, par LOUIS PASTEUR-VALLERY-RADOT. Paris, Masson et Cie, 1939; 1 vol. 28^{cm},5 (présenté par M. L. Martin).

Travaux de la Station biologique de Roscoff. Fascicule XV. *Sur trois espèces du genre Montacuta (Kelliydæ)*, par JEAN-MARIE PÉRÈS. Fascicule XVI. *Sur le mode de locomotion de quelques mollusques marins*, par ÉVA STOLL. Paris, Les Presses universitaires de France, 1937-1938; 2 fasc. 26^{cm} (présenté par M. C. Pérez).

Compte rendu définitif de la VIIIe Assemblée de l'Institut international de Recherches betteravières réunie à Bruxelles les 26, 27 et 28 janvier 1938. 1 vol. imprimé-polycopié, 32^{cm},5 (présenté par M. H. Colin).

Haut-Commissariat de la République française en Syrie et au Liban. Service des antiquités. Bibliothèque archéologique et historique. Tome XXIX. *Un grand port disparu : Tyr. Recherches aériennes et sous-marines*, 1934-1936, par ANTOINE POIDEBARD. Paris, Librairie orientaliste Paul Geuthner, 1939; 2 vol., *Texte* et *Atlas*, 28^{cm},5 (présenté par M. L. Cayeux).

L'Ile-de-France. Étude géologique, topologique et morphologique. Tome II. Chapitre III. *Valois et Multien*, par PAUL LEMOINE. Extrait des *Mémoires du Muséum national d'histoire naturelle*. Tome VII. Fascicule I. Paris, Éditions du Muséum, 1939; 1 vol. 27^{cm},5.

Précis de zoologie. Tome VI. Fascicule I. *Les protochordés*, par AUGUSTE LAMEERE. Bruxelles, H. Cauwenberg, 1939; 1 vol. 26^{cm}.

Wave-Theory-Discovery of the Cause of gravitation. Vol. I et II. *Magnetism, electro dynamics, and other Forces of nature,* par THOMAS J. J. SEE. Vol. III. *The Tides of the* 10 *nearest atoms.* London, Wheldon et Wesley Ltd., 1938 et 1939; 3 vol. 27^{cm},5.

ERRATA.

—

(Séance du 15 mai 1939.)

Note de MM. *Max Mordechai Bobtelsky* et *Benjamin Kirson*, Décomposition catalytique de l'eau oxygénée en présence du citrate de fer :

Page 1577, ligne 12, *au lieu de* Max Mordechai, Bobtelsky, *lire* Max Mordechai Bobtelsky.